

## Аорто-бедренное бифуркационное шунтирование с использованием робототехники

© В.А. ПОРХАНОВ<sup>1,2</sup>, Р.А. ВИНОГРАДОВ<sup>1,2</sup>, А.Б. ЗАКЕРЯЕВ<sup>1</sup>, Т.Э. БАХИШЕВ<sup>1</sup>, В.В. МАТУСЕВИЧ<sup>1</sup>, Г.А. ХАНГЕРЕЕВ<sup>2</sup>, С.Р. БУТАЕВ<sup>1</sup>, А.В. ЕРАСТОВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГБУЗ «Научно-исследовательский институт — Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края, Краснодар, Россия;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Краснодар, Россия

### Резюме

Робот-ассистированные оперативные вмешательства являются одними из самых динамически развивающихся отраслей хирургии. Область применения робототехники с каждым годом расширяет свои границы. Использование роботических методик в сосудистой хирургии, которые могут уменьшить количество послеоперационных осложнений и сократить время пребывания пациента в стационаре, является новым этапом развития минимально инвазивных технологий. В статье описан первый опыт робот-ассистированного аорто-бедренного бифуркационного шунтирования в НИИ-ККБ №1 им. проф. С.В. Очаповского по поводу хронической артериальной недостаточности III ст. по Покровскому—Фонтейну.

**Ключевые слова:** сосудистая хирургия, робот-ассистированные операции, хирургический робот *da Vinci*, аорто-бедренное бифуркационное шунтирование, лапароскопическая сосудистая хирургия, мини-инвазивная хирургия.

### Информация об авторах:

Порханов В.А. — <https://orcid.org/0000-0003-0572-1395>

Виноградов Р.А. — <https://orcid.org/0000-0001-9421-586X>

Закеряев А.Б. — <https://orcid.org/0000-0002-4859-1888>

Бахисhev Т.Э. — <https://orcid.org/0000-0003-4143-1491>

Матусевич В.В. — <https://orcid.org/0000-0001-9461-2726>

Хангереев Г.А. — <https://orcid.org/0000-0002-8667-2072>

Бутаев С.Р. — <https://orcid.org/0000-0001-7386-5986>

Ерастова А.В. — <https://orcid.org/0000-0002-4250-0893>

**Автор, ответственный за переписку:** Закеряев А.Б. — e-mail: [aslan.zakeryaev@gmail.com](mailto:aslan.zakeryaev@gmail.com)

### Как цитировать:

Порханов В.А., Виноградов Р.А., Закеряев А.Б., Бахисhev Т.Э., Матусевич В.В., Хангереев Г.А., Бутаев С.Р., Ерастова А.В. Аорто-бедренное бифуркационное шунтирование с использованием робототехники. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2023;16(3):332–337. <https://doi.org/10.17116/kardio202316031332>

## Robot-assisted aortobifemoral bypass surgery

© V.A. PORKHANOV<sup>1,2</sup>, R.A. VINOGRADOV<sup>1,2</sup>, A.B. ZAKERYAEV<sup>1</sup>, T.E. BAKHISHEV<sup>1</sup>, V.V. MATUSEVICH<sup>1</sup>, G.A. KHANGEREEV<sup>2</sup>, S.R. BUTAEV<sup>1</sup>, A.V. ERASOVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research Institute — Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Krasnodar, Russia;

<sup>2</sup>Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

### Abstract

Robot-assisted surgery is one of the most important surgical directions. These procedures become more and more widespread. The use of robotic technologies in vascular surgery is a new stage in development of minimally invasive methods that can reduce postoperative morbidity and hospital-stay. The authors describe the first experience of robot-assisted aortobifemoral bypass surgery in a patient with chronic arterial insufficiency Pokrovsky-Fontein grade IIB-III.

**Keywords:** vascular surgery, robot-assisted surgery, *da Vinci* surgical robot, aortobifemoral bypass surgery, laparoscopic vascular surgery, minimally invasive surgery.

### Information about the authors:

Porkhanov V.A. — <https://orcid.org/0000-0003-0572-1395>

Vinogradov R.A. — <https://orcid.org/0000-0001-9421-586X>

Zakeryaev A.B. — <https://orcid.org/0000-0002-4859-1888>

Bakhishev T.E. — <https://orcid.org/0000-0003-4143-1491>

Matusevich V.V. — <https://orcid.org/0000-0001-9461-2726>

Khangereev G.A. — <https://orcid.org/0000-0002-8667-2072>

Butaev S.R. — <https://orcid.org/0000-0001-7386-5986>

Erastova A.V. — <https://orcid.org/0000-0002-4250-0893>

**Corresponding author:** Zakeryaev A.B. — e-mail: [aslan.zakeryaev@gmail.com](mailto:aslan.zakeryaev@gmail.com)

#### To cite this article:

Porkhanov VA, Vinogradov RA, Zakeryaev AB, Bakhishev TE, Matusевич VV, Khangereev GA, Butaev SR, Erastova AV. Robot-assisted aortobifemoral bypass surgery. *Russ. Jour. of Card. and Cardiovasc. Surg. = Kard. i serd.-sosud. khir.* 2023;16(3):332–337. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/kardio202316031332>

## Введение

Аортофemorальное шунтирование является традиционным методом реваскуляризации нижних конечностей при окклюзии аорто-подвздошного сегмента [1]. Пациентам с протяженной окклюзией рекомендованы открытые оперативные вмешательства, однако последние ассоциированы с высокой травматичностью, интраоперационными рисками и летальностью [2]. Ввиду этого в мире большой популярностью пользуется малоинвазивная хирургия с использованием робот-ассистированных хирургических установок [3]. На сегодняшний день эти технологии все чаще используют в сосудистой хирургии с целью улучшения и расширения показаний для оперативных вмешательств за счет повышения точности и эффективности выполнения задач во время операций на аорто-бедренном сегменте.

Пациент *Р.*, 59 лет, поступил в отделение сосудистой хирургии НИИ — Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского в апреле 2022 г. с жалобами на боль в икроножных мышцах правой нижней конечности в покое, левой нижней конечности при прохождении дистанции до 10 м. Пациент считает себя больным в течение 2 лет. Последние 10 дней отмечает ухудшение состояния, нарушение сна.

Из анамнеза известно, что пациент наблюдается у пульмонолога и инфекциониста по поводу туберкулеза легких и вирусного гепатита С. В 2021 г. пациенту выполнена резекция верхней доли правого легкого.

Согласно данным ультразвуковой доплерографии, коллатеральный кровоток определяется с уровня правой общей подвздошной, левой наружной подвздошной артерий и далее на протяжении во всех проекциях магистральных артерий. Лодыжечный индекс давления: 0,28 справа и 0,42 слева.

При мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) с внутривенным контрастированием были выявлены: атеросклеротическое поражение аорты и ее ветвей, окклюзия правой общей и обеих наружных подвздошных артерий (**рис. 1**).

По ангиографии артерий нижних конечностей подтверждается уровень окклюзии. Бедренные, подколенные и берцовые артерии проходимы (**рис. 2**).

На основании проведенного исследования пациенту выставлен диагноз: «Атеросклероз. Синдром Лериша. Окклюзия правой общей, обеих наружных подвздошных артерий. Хроническая артериальная недостаточность III ст. обеих нижних конечностей. Сопутствующие заболевания: гипертоническая болезнь 3-й ст., риск 4. Хроническая сердечная недостаточность I-й ст., II класса по NYHA. Очаговый туберкулез верхней доли левого легкого, фаза



**Рис. 1.** 3D-реконструкция МСКТ с внутривенным контрастированием до оперативного вмешательства.

**Fig. 1.** 3D CT angiography prior to surgery.



**Рис. 2.** Ангиография артерий нижних конечностей.

**Fig. 2.** Angiography of the arteries of the lower extremities.

уплотнения, МБТ(–), IA гр. Хронический деформирующий бронхит вне обострения. Хронический вирусный гепатит С (atHCVsum+, atHCVcor+, NSsum+) минимальной степени активности. Хронический гастрит, бульбит. Очаговый туберкулез верхней доли левого легкого, фаза уплотнения, МБТ(–), IA гр. Состояние после резекции верхней доли правого легкого (10.2021). Хронический деформирующий бронхит вне обострения».

Учитывая данные анамнеза, клинической картины, инструментальных методов исследования и благоприятные анатомические условия, с целью уменьшения операционной травмы было принято решение о выполнении реконструктивной операции на аорто-подвздошном сегменте с использованием робототехники.

Проведена стандартная предоперационная подготовка, заключающаяся в общеклиническом обследовании, коррекции терапии сопутствующих заболеваний и очистке кишечника при помощи солевых слабительных.

**Техника операции.** Операцию проводили под эндотрахеальным наркозом, пациент находился в положении Тренделенбурга (на спине). Выполнен косой доступ к бедренным артериям длиной 6 см. Выделены правая и левая общие бедренные артерии, взяты на держалки. Артерии мягкие, сжимаемые, в ране не пульсируют. Далее по срединной линии на 7 см выше пупочного кольца с использованием иглы Вереша наложен карбоксиперитонеум. Поддерживаемое давление в брюшной полости составляло 14–16 мм рт.ст.

Слепым способом установлен видеооптический троакар 8 мм. В троакар введен лапароскоп. Патологических новообразований, спаечного процесса и свободной жидкости в брюшной полости при обзорной лапароскопии не выявлено. По параректальной линии справа, на 4 см выше пупоч-

ного кольца, установлен рабочий троакар 8 мм для третьей роботизированной руки. Между видеооптическим троакаром и третьим роботизированным троакаром, на 4 см выше уровня расположения вышеуказанных троакаров, установлен ассистентский троакар 5 мм. По параректальной линии в левой боковой области, на одном уровне с остальными роботизированными троакарами, установлен троакар 8 мм для первой роботизированной руки. Отступив от третьего троакара на 10 см латеральнее, в левой подвздошной области установлен троакар 8 мм для четвертой роботизированной руки. Между видеоскопическим троакаром и первой роботизированной рукой, на 4 см выше уровня расположения роботизированных троакаров, установлен ассистентский троакар 12 мм (рис. 3).

Фиксированы манипуляторы роботической установки Da Vinci Xi. Вскрыта брюшина над бифуркацией аорты в каудальном направлении. Мобилизована левая и правая общие подвздошные артерии до уровня пересечения с мочеточником. Через ассистентский троакар в брюшную полость заведены сосудистые зажимы типа «бульдог». Внутривенно введен гепарин 2500 Ед. На терминальный отдел аорты, выше бифуркации на 5 см, и левую общую подвздошную артерию, дистальнее бифуркации аорты на 3 см, наложены сосудистые зажимы типа «бульдог» (рис. 4).

Окклюзия правой общей подвздошной артерии не требовала наложения сосудистого зажима. Выполнена аортотомия. Сформировано окно до 3–3,5 см в диаметре. В брюшную полость введен протез VUP MEDICAL 14×7 мм. Сформирован анастомоз между аортой и протезом по типу «конец в бок» полипропиленовой нитью 4/0 непрерывным обвивным швом. Поочередно сняты зажимы с аорты и подвздошной артерии. Наложен сосудистый зажим на основную

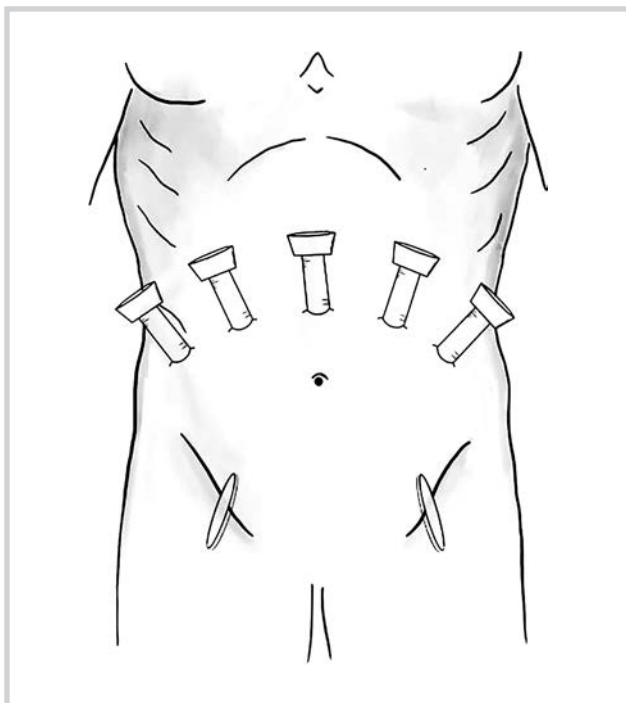


Рис. 3. Схема расположения троакаров и бедренных доступов.

Fig. 3. Trocar layout and femoral accesses.



Рис. 4. Выделение аорты и подвздошных артерий. Наложение сосудистых зажимов типа «бульдог».

Fig. 4. Mobilization of aorta and iliac arteries. Imposition of vascular clamps.



**Рис. 5.** Проксимальный анастомоз между аортой и основной ветвью протеза. Проведение ветвей протеза в ретроперитонеальном пространстве.

**Fig. 5.** Proximal anastomosis between the aorta and the main branch of prosthesis. Retroperitoneal passage of prosthesis.

ветвь протеза. Ветви протеза проведены ретроперитонеально по ходу общих и наружных подвздошных артерий под паховой связкой в область бедренных ран с помощью аортального зажима DeVakey под контролем зрения через видеокамеру робота (рис. 5).

Ушивание париетального листка брюшины над аортой. По правому флангу в область анастомоза через ассистентский троакар проведен страховой дренаж. Манипуляторы роботической установки Da Vinci Xi отсоединены. Возвращение операционного стола из положения Тренделенбурга.

Выполнена артериотомия левой общей бедренной артерии. Сформирован дистальный анастомоз между левой ветвью протеза VUP MEDICAL 14×7 мм и левой общей бедренной артерией полипропиленовой нитью 5/0 по типу «конец в бок». Пуск кровотока, артерия в ране пульсирует, гемостаз, сухо. Аналогично сформирован анастомоз между правой общей бедренной артерией и правой ветвью протеза VUP MEDICAL 14×7 мм. Пуск кровотока, артерия в ране пульсирует, гемостаз, сухо. Дренажирование ран на бедрах по Редону. Послойное ушивание. Выполнено ушивание ран от троакаров скорняжной иглой. Асептические повязки.

Длительность оперативного вмешательства составила 215 мин. Время формирования анастомоза с использованием робототехники составило 32 мин, а время окклюзии левой общей подвздошной артерии — 34 мин. Объем интраоперационной кровопотери составил около 200 мл. Пациент был экстубирован через 10 мин после окончания операции, на операционном столе, и переведен в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ).



**Рис. 6.** Послеоперационные раны после удаления дренажей (3-и сутки).

**Fig. 6.** Postoperative wounds after drainages removal (the 3rd day).

Послеоперационный период протекал без особенностей и осложнений. На вторые сутки после операции пациент переведен в общую палату из ОРИТ, вертикализирован. Самостоятельный стул получен через сутки после операции. На третьи сутки удалены дренажи (рис. 6), выполнена МСКТ с внутривенным контрастированием с шагом 1 мм с целью послеоперационного контроля (рис. 7). Конструкция проходима, препятствий для кровотока нет.

## Обсуждение

Применение робот-ассистированных установок при выполнении оперативных вмешательств можно считать новой эпохой развития мини-инвазивной хирургии. Высокая точность движений, минимальная травматизация, улучшенная визуализация и короткие сроки реабилитации являются одними из главных факторов, позволяющих применять роботические установки в различных хирургических специальностях, и сосудистая хирургия не является исключением.

Хирургический робот da Vinci — это самая совершенная и сложная технология в области эндоскопической хирургии, состоящая из трех компонентов [4–6]. Первая часть представляет собой консоль, имеющую три или четыре манипулятора, благодаря которым осуществляется оперативное вмешательство [4, 6]. Вторая часть представлена комплексом, осуществляющим соединение хирургической консоли и консоли оператора, а также их синхронизацию. Третья часть — это консоль оператора, который управляет манипуляторами робота [6].



**Рис. 7. 3D-реконструкция МСКТ с внутривенным контрастированием после оперативного вмешательства.**

**Fig. 7. 3D CT angiography after surgery.**

Благодаря хирургической системе da Vinci оперативные вмешательства проводятся с меньшей травматичностью и с минимальной кровопотерей, что сокращает послеоперационный восстановительный период [5]. Наличие технологии EndoWrist позволяет манипулировать инструментами во всех плоскостях и изгибаться на 90°, превосходя движения рук хирурга [4, 6]. При этом хирург получает 3D-изображение высокого разрешения оперируемого участка с 10-кратным увеличением [4, 5]. Кроме того, система осуществляет тщательный контроль рук роботической системы, повышая точность и безопасность движений инструментов во время оперативного вмешательства

[6]. Благодаря этому повышается безопасность и качество оперативных вмешательств [4].

Отсутствие обратной тактильной связи и высокая начальная стоимость роботической системы и расходных материалов являются главными недостатками робот-ассистированных операций [2, 3, 7]. Однако роботический аппарат Senhance, созданный компанией TransEnterix, может обеспечить обратную тактильную связь от рычагов с тросовым приводом, которые обеспечивают 7 степеней свободы движений. Аппарат Senhance активно применяют в мировой практике, в частности в гинекологии и колоректальной хирургии, с 2017 г. [4].

J.С. Lin отмечает ряд преимуществ робот-ассистированных операций: это долгосрочные результаты открытых оперативных вмешательств, короткая кривая обучения в сравнении с традиционной лапароскопической хирургией, улучшенная визуализация, контроль, точность и ловкость движений, что позволяет выполнять оперативные вмешательства с высоким техническим успехом [2–7]. Таким образом, робот-ассистированные оперативные вмешательства у больных с поражением абдоминального отдела аорты обладают рядом преимуществ, которые заключаются в быстроте и относительной простоте реконструктивных операций.

## Заключение

Опираясь на опыт бифуркационного шунтирования с использованием робототехники, можно отметить, что робот-ассистированные операции знаменуют новый этап развития минимально инвазивных технологий в сосудистой хирургии за счет возможностей современных роботических систем, которые позволяют уменьшить травматизацию оперативных вмешательств и сократить сроки реабилитации пациентов.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare no conflicts of interest.**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Павлов В.Н., Плечев В.В., Сафиуллин Р.И. и др. Первичные результаты аорто-бедренного шунтирования с применением робот-ассистированной хирургической системы Da Vinci. *Креативная хирургия и онкология*. 2018;8(1):7-13. Pavlov VN, Plechev VV, Safiullin RI, et al. Primary results of aortofemoral bypass surgery using the Da Vinci robot-assisted surgical system. *Kreativnaya khirurgiya i onkologiya*. 2018;8(1):7-13. (In Russ.). <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2018-8-1-7-13>
2. Lin JC. The role of robotic surgical system in the management of vascular disease. *Ann Vasc Surg*. 2013;27(7):976-983. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2013.02.004>
3. Магомедова Г.Ф., Сарханидзе Я.М., Лепшюков М.К. и др. Робот-ассистированные операции в сосудистой хирургии. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2020;26(2):190-196. Magomedova GF, Sarkhanidze YaM, Lepshokov MK, et al. Robot-assisted vascular surgery. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2020;26(2):190-196. (In Russ.). <https://doi.org/10.33529/ANGI02020202>
4. Мосоян М.С., Федоров Д.А. Современная робототехника в медицине. *Трансляционная медицина*. 2020;7(5):91-108. Mosoyan MS, Fedorov DA. Modern robotics in medicine. *Translyatsionnaya meditsina*. 2020;7(5):91-108. (In Russ.). <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2020-7-5-91-108>
5. Туркина Н.В. Робот-ассистированные операции. *Медицинская сестра*. 2017;6:11-14. Turkina NV. Robot-assisted operations. *Meditinskaya sestra*. 2017;6:11-14. (In Russ.).

6. Саая Ш.Б., Рабцун А.А., Попова И.В. и др. Робот-ассистированные операции при патологии аорто-подвздошного сегмента: наш опыт. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2020;26(4):90-96.  
Saaya ShB, Rabtsun AA, Popova IV, et al. Robot-assisted surgery for aorto-iliac segment lesion: our experience. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2020;26(4):90-96. (In Russ.).  
<https://doi.org/10.33529/ANGIO2020409>
7. Гавриленко А.В., Аль-Юсеф Н.Н., Абрамян А.В., Магомедова Г.Ф., Семенякин И.В. Робот-ассистированное подвздошно-глубокобедренное шунтирование у пациента с атеросклерозом артерий нижних конечностей (клиническое наблюдение). *Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал им. акад. Б.В. Петровского*. 2020;8(1):108-111.  
Gavrilenko AV, Al-Yusef NN, Abramyan AV, Magomedova GF, Semenyakin IV. Robot-assisted iliofemoral bypass surgery in a patient with atherosclerosis of the low extremities arteries (clinical observation). *Clinical and Experimental Surgery. Petrovsky Journal*. 2020;8(1):108-111. (In Russ.).  
<https://doi.org/10.33029/2308-1198-2020-8-1-108-111>

Поступила 31.07.2022

Received 31.07.2022

Принята к печати 27.10.2022

Accepted 27.10.2022