Эндоскопическая хирургия
2024, т. 30, №6, с. 69–77
https://doi.org/10.17116/endoskop20243006169

Endoscopic Surgery
2024, vol. 30, no 6, pp. 69–77
https://doi.org/10.17116/endoskop20243006169

Использование новой роботизированной хирургической системы Versius в клинической практике. Систематический обзор

© Ю.А. КОЗЛОВ[1—3], С.С. ПОЛОЯН[1, 3], Э.В. САПУХИН[1], А.С. СТРАШИНСКИЙ[1], М.В. МАКАРОЧКИНА[1], А.А. МАРЧУК[1], А.П. РОЖАНСКИЙ[3], А.А. БЫРГАЗОВ[1], С.А. МУРАВЬЕВ[3], А.Н. НАРКЕВИЧ[4, 5]

[1]ГБУЗ «Детская областная клиническая больница», Иркутск, Россия;
[2]ФГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования» Минздрава России, Иркутск, Россия;
[3]ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, Иркутск, Россия;
[4]ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, Челябинск, Россия;
[5]ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, Красноярск, Россия

Резюме

Цель систематического обзора. Анализ результатов использования новой роботической хирургической системы Versius в клинической практике.

Материал и методы. В рамках настоящего исследования выполнен поиск статей в базах данных Elibrary, MEDLINE, PubMed, Scopus. Использованы следующие поисковые термины: «robotic surgery», «Versius», «robot Versius», «visceral surgery», «gynecology», «colorectal surgery», «urology», «thoracoscopy». Рассмотрены рецензируемые исследования, проведенные по всему миру. Наше исследование не выявило опубликованных статей на других языках, кроме английского. Проанализированы исследования, опубликованные на английском языке, с использованием системы Versius в колоректальной, висцеральной, урологической, торакальной и гинекологической хирургии. В базах данных обнаружено 46 статей, из которых 16 соответствовали критериям включения. Изучены результаты использования робота Versius, которые включали демографические данные о пациентах (возраст и пол), данные о конверсиях в лапароскопию или открытую хирургию, длительность операции, длительность пребывания пациентов в стационаре, кровотечение во время операции, послеоперационные осложнения и сведения о других неблагоприятных последствиях операций, включая случаи послеоперационной смерти.

Результаты. В совокупности изучены параметры 1064 пациентов, которым были выполнены хирургические вмешательства с использованием робота Versius. Средний возраст пациентов, включенных в настоящий обзор, составил 50,6 года. Соотношение мужчин и женщин составило 576/433. Средняя длительность операции достигала 142,7 мин. Конверсия в лапароскопию или открытые операции упоминалась в 5 исследованиях и регистрировалась у 25 пациентов (2,3 [1,4; 3,3]%). Средняя длительность пребывания в стационаре составила 4,0 дня. Данные о послеоперационных осложнениях представлены во всех статьях. Общее количество осложнений составило 33 (3,1 [2,1; 4,1]%). Наиболее часто регистрировалась раневая инфекция в области стояния роботических портов, которая не потребовала повторных операций. Формирование уретеровагинальных фистул отмечено у 2 больных. В 2 случаях регистрировалась послеоперационная кишечная непроходимость. Описывались другие, более редкие, осложнения, например повреждение капсулы опухоли (1), несостоятельность кишечного анастомоза (1), повреждение кишки (1) и несостоятельность культи пузырного протока (1). Неблагоприятное последствие в виде летального исхода регистрировалось в 1 исследовании.

Заключение. Таким образом, хирургические вмешательства, выполненные с применением робота Versius, являются осуществимыми, эффективными и безопасными. Эти процедуры хорошо переносятся пациентами, сопровождаясь минимальными последствиями в раннем и позднем периодах наблюдения. Очевидно, что для дальнейшей оценки эффективности робота Versius требуется оценка долгосрочных результатов лечения и качества жизни пациентов, выполненная в рамках рандомизированных исследований.

Ключевые слова: *робот-ассистированная хирургия, роботическая система Versius.*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:
Козлов Ю.А. — https://orcid.org/0000-0003-2313-897X
Полоян С.С. — https://orcid.org/0000-0001-7042-6646
Сапухин Э.В. — https://orcid.org/0000-0001-5470-7384
Страшинский А.С. — https://orcid.org/0000-0002-1911-4468
Макарочкина М.В. — https://orcid.org/0000-0001-8295-6687; eLibrary SPIN: 4600-4071
Марчук А.А. — https://orcid.org/0000-0001-9767-0454
Рожанский А.П. — https://orcid.org/0000-0001-7922-7600
Быргазов А.А. — https://orcid.org/0000-0002-9195-5480
Муравьев С.А. — https://orcid.org/0000-0003-4731-7526
Наркевич А.Н. — https://orcid.org/0000-0002-1489-5058
Автор, ответственный за переписку: Козлов Ю.А. — e-mail: yuriherz@hotmail.com

КАК ЦИТИРОВАТЬ:
Козлов Ю.А., Полоян С.С., Сапухин Э.В., Страшинский А.С., Макарочкина М.В., Марчук А.А., Рожанский А.П., Быргазов А.А., Муравьев С.А., Наркевич А.Н. Использование новой роботизированной хирургической системы Versius в клинической практике. Систематический обзор. *Эндоскопическая хирургия.* 2024;30(6):69–77. https://doi.org/10.17116/endoskop20243006169

Use of the new robotic surgical system Versius in clinical practice. A systematic review

© YU.A. KOZLOV[1—3], S.S. POLOYAN[1, 3], E.V. SAPUKHIN[1], A.S. STRASHINSKY[1], M.V. MAKAROCHKINA[1], A.A. MARCHUK[1], A.P. ROZHANSKY[3], A.A. BYRGAZOV[1], S.A. MURAVYOV[3], A.N. NARKEVICH[4, 5]

[1]Children's Regional Clinical Hospital, Irkutsk, Russia;
[2]Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Irkutsk, Russia;
[3]Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russia;
[4]South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia;
[5]Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russia

Abstract

Objective. The purpose of this systematic review is to analyze the results of the use of new Versius robotic surgical system in clinical practice.

Material and methods. As part of this study, articles were searched in the Elibrary, MEDLINE, PubMed, Scopus databases. Possible search terms were used: «robotic surgery», «Versius», «robot Versius», «visceral surgery», «gynecology», «colorectal surgery», «urology», «thoracoscopy». Reviewed Peer-reviewed studies from around the world were reviewed. Our study found no published articles in languages other than English. Studies published in English were analyzed using the Versius system in colorectal, visceral, urological, thoracic and gynecological surgery. 46 articles were recorded in the databases, of which 16 established requirements are met. Results from the Versius robot were obtained, which revealed: patient demographics (age and gender), conversion to laparoscopy or open surgery, duration of operation, hospital stay, intraoperative bleeding, postoperative complications, and information on other adverse events, including postoperative mortality.

Results. The study examined the parameters of 1064 patients who were involved in surgery using the Versius robot. The mean age of patients included in this review was 50.6 years. The gender ratio (male/female) was 576/433. The average duration of operation was 142.7 minutes. Conversion to laparosacopy or open surgery was mentioned in 5 studies and was recorded in 25 patients (2.3 [1.4; 3.3]%). The average length of stay in the hospital was 4.0 days. Data on postoperative complications occurred in all articles. The total number of complications was 33 (3.1 [2.1; 4.1]%). The most frequently recorded was wound infection in the area of standing robotic ports, which did not require repeated operations. The formation of ureterovaginal fistulas was noted in 2 patients. Postoperative ileus was registered in 2 cases. Other rarer complications have been described, such as, for example, rupture of a tumor capsule (1), leakage of the intestinal anastomosis (1), intestinal rupture (1) and leakage of the cystic duct stump (1). An adverse outcome in terms of mortality was recorded in one trial.

Conclusion. Thus, surgical interventions performed using the robot Versius are feasible, effective and safe. These procedures are well tolerated by patients, with follow-up and late follow-up consequences. Obviously, to further evaluate the effectiveness of the Versius robot, it is required to study the long-term results of treatment and the quality of life of patients, performed in the framework of randomized trials.

Keywords: *robotic-assisted surgery, Versius robotic system.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Kozlov Yu.A. — https://orcid.org/0000-0003-2313-897X
Poloyan S.S. — https://orcid.org/0000-0001-7042-6646
Sapukhin E.V. — https://orcid.org/0000-0001-5470-7384
Strashinsky A.S. — https://orcid.org/0000-0002-1911-4468
Makarochkina M.V. — https://orcid.org/0000-0001-8295-6687; eLibrary SPIN: 4600-4071
Marchuk A.A. — https://orcid.org/0000-0001-9767-0454
Rozhansky A.P. — https://orcid.org/0000-0001-7922-7600
Byrgazov A.A. — https://orcid.org/0000-0002-9195-5480
Muravyov S.A. — https://orcid.org/0000-0003-4731-7526
Narkevich A.N. — https://orcid.org/0000-0002-1489-5058
Corresponding author: Kozlov Yu.A. — e-mail: yuriherz@hotmail.com

TO CITE THIS ARTICLE:
Kozlov YuA, Poloyan SS, Sapukhin EV, Strashinsky AS, Makarochkina MV, Marchuk AA, Rozhansky AP, Byrgazov AA, Muravyov SA, Narkevich AN. Use of the new robotic surgical system Versius in clinical practice. A systematic review. *Endoscopic Surgery*. 2024;30(6):69—77. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/endoskop20243006169

Введение

Роботизированные системы (РС) все чаще используются в минимально инвазивной хирургии, чтобы облегчить нагрузку на хирургов и устранить некоторые ограничения, связанные со стандартной лапароскопической техникой [1].

Роботы предоставляют сразу несколько вспомогательных функций, которые позволяют хирургам работать с повышенным комфортом и визуальной обратной связью, а также с большей маневренностью при работе с инструментами. Исследования показывают, что преимущества роботизированной хирургии могут также распространяться на пациентов, сокра-

щая частоту развития интра- и послеоперационных осложнений по сравнению с таковой при стандартной лапароскопии [2, 3].

Хирургические РС произвели революцию в малоинвазивной хирургии, предоставив множество преимуществ, включая трехмерную визуализацию, устранение тремора рук хирурга, маневренные инструменты с 7 степенями свободы и улучшенную эргономику действий хирурга. С тех пор как первая роботическая платформа da Vinci была одобрена Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и лекарственных препаратов США (FDA) в 2000 г., робот-ассистированная хирургия стала применяться хирургами во всем мире [4]. Недавнее истечение срока действия патентов компании «Intuitive Surgical Inc.» — производителя робота da Vinci — позволило новым РС выйти на рынок [5].

Постоянные инновации в робототехнике привели к появлению новых функций, таких как конструкция с открытой консолью, тактильная обратная связь, инструменты меньшего размера, большая легкость передвижения, низкие затраты, большая гибкость использования, отдельно установленные роботизированные руки. Одним из примеров смелой работы инженеров является создание хирургического робота нового поколения Versius производства компании «CMR Surgical» (Великобритания) [6].

Роботическая система Versius (РС Versius) — новая роботизированная хирургическая платформа, которая разработана для устранения некоторых ограничений, связанных с роботизированной хирургией и неудовлетворенных потребностей хирургов и их бригад. Концепция системы Versius разработана L. Hares и соавт. [7] для удовлетворения ряда вновь выявленных потребностей хирургов. Эти потребности были подтверждены в ходе обсуждения с хирургами — пользователями роботических систем и не были решены существующими хирургическими роботами.

Сразу несколько преимуществ РС Versius предоставляют пользователям расширенные возможности для применения ее в минимально инвазивной хирургии [6]. Во-первых, ручные контроллеры системы спроектированы с учетом эргономических требований хирурга, чтобы обеспечить максимальный комфорт при взаимодействии с системой. Во-вторых, консоль хирурга имеет открытую (т.е. неиммерсивную) конструкцию, которая позволяет хирургу поддерживать связь со своей бригадой во время операции и регулируется по высоте, что позволяет сидеть или стоять во время операции. Визуальная обратная связь обеспечивается проекционным дисплеем консоли хирурга, который отображает 3D-видео с эндоскопической камеры с наложением на дисплей. В-третьих, рукоятки инструментов имеют 8 шарнирных сочленений, что обеспечивает 7 степеней свободы для точных и стабильных движений во время работы. В-четвертых, инструмент и прикроватные блоки для визуализации мобильны и удобны в транспортировке, что устраняет необходимость в специализированной операционной.

Принимая во внимание изложенные факты, мы выполнили настоящий систематический обзор с целью изучения осуществимости и клинической эффективности использования новой РС Versius в минимально инвазивной хирургии, а также с целью анализа послеоперационных итогов, начиная с исследования параметров восстановления пациентов после операции и заканчивая демонстрацией осложнений.

Материал и методы

Дизайн исследования. Два независимых эксперта, являющихся сотрудниками ГБУЗ «Иркутская государственная областная детская клиническая больница», провели поиск статей, опубликованных в базах данных eLibrary, MEDLINE, PubMed, Scopus. Были использованы следующие поисковые термины: «robotic surgery», «VERSIUS», «robot VERSIUS», «visceral surgery», «gynecology», «colorectal surgery», «urology».

Авторы статьи руководствовались критериями включения и исключения статей, представленных в официальных рекомендациях «Предпочтительные элементы отчетов для систематических обзоров и метаанализов» (PRISMA) и предназначенных для написания систематических обзоров [8].

Мы рассмотрели рецензируемые исследования, проведенные по всему миру. Наше исследование не выявило опубликованных статей на других языках, кроме английского. Были проанализированы исследования, опубликованные на английском языке, с использованием системы Versius в колоректальной, висцеральной, урологической, торакальной и гинекологической хирургии.

В базах данных найдено 46 статей, из которых 16 соответствовали критериям включения.

Статистический анализ используемых данных осуществляли с применением статистического пакета IBM SPSS Statistics v.19. Для агрегирования количественных данных рассчитывали среднее арифметическое (M). Для агрегирования качественных данных рассчитывали проценты (%) и 95% доверительный интервал (ДИ), полученный с использованием метода Вальда ([L%; U%], где L% — нижняя граница, U% — верхняя граница 95% ДИ).

Критерии включения. Критериями включения были статьи, в которых сообщалось об использовании РС Versius на человеке в клиническую фазу исследования. Все включенные статьи представлены ретроспективными сериями лечения. Были изучены результаты использования РС Versius, которые включали демографические данные о пациентах (возраст и пол), данные о конверсиях в лапароскопию или открытую хирургию, длительность операции, длительность

пребывания пациентов в стационаре, кровотечение во время операции от 100 до 500 мл, послеоперационные осложнения и сведения о других неблагоприятных последствиях операций, включая летальные исходы в послеоперационный период.

Критерии исключения. Статьи были исключены после тщательного изучения названия и аннотации, если исследования содержали данные об использовании PC Versius в доклиническую фазу на трупах людей или лабораторных животных. Не рассматривали публикации, в которых не была представлена информация о периоперативных данных пациентов и наличии осложнений, включая конверсии в лапароскопию или открытую хирургию.

Характеристика роботизированной системы Versius. PC Versius состоит из нескольких элементов — консоли хирурга, которая является центром управления системы, и прикроватных блоков. Прикроватные блоки бывают двух видов: инструментальный и визуализационный. К запястью V-Wrist крепится инструмент. Технология V-Wrist позволяет манипулятору держать и вращать инструмент подобно руке человека.

У PC Versius есть ряд особенностей, которые позволяют без труда внедрить робот в любую операционную:

1. Мобильность. Модули системы легко перемещаются в операционной в зависимости от вида оперативного вмешательства. Компактные размеры позволяют использовать систему в нескольких операционных без перестройки помещений.
2. Модульность. Возможность использования до 4 инструментальных блоков одновременно. Изменение положения прикроватных блоков во время операции без перезагрузки системы.
3. Безопасность. Прикроватные блоки имеют датчики давления на точку установки порта. Надежная система блокировки прикроватных блоков и консоли хирурга от случайного перемещения.
4. Точность. Полностью артикулированные инструменты повторяют все движения рук хирурга.
5. Открытая архитектура консоли. Сохраняется коммуникация всей хирургической бригады.
6. Возможность видеозаписи во время операции. Запись ведется с помощью кнопки на консоли (на стандартную SD-карту). Хирург самостоятельно контролирует процесс видеозаписи.
7. Хирург может оперировать за консолью как сидя, так и стоя.
8. Хирургическая система Versius совместима с любой лапароскопической стойкой.
9. Запястье V-Wrist (место прикрепления инструмента или камеры) вращается на 360°, что позволяет хирургу работать в труднодоступных анатомических областях.

Использование PC Versius имеет несомненные преимущества для хирурга: хирург принимает удобное для себя положение за консолью, использование роботизированных инструментов позволяет комфортно расположить руки, точность движений инструментов повышает производительность работы хирурга, 3D-визуализация создает объемное изображение и способствует наилучшему восприятию даже самых мелких деталей.

Результаты

Из 46 статей, найденных при первоначальном поиске, только 16 были признаны пригодными для этого систематического обзора, насчитывая в совокупности 1064 пациентов, которым были выполнены хирургические вмешательства с использованием PC Versius **(см. рисунок)**.

Демографические данные: возраст, пол пациентов, область использования ***(табл. 1)***. Наибольшее по числу больных исследование включало 175 пациентов [23], наименьшее — 1 больного [21]. Самый низкий средний возраст к моменту операции составил 37,5 года [14], а самый высокий — 72 года [21]. Средний возраст пациентов, включенных в настоящий обзор, составил 50,6 года. Гендерное соотношение (мужчины/женщины) составило 260/160.

Области применения PC Versius включали следующие: висцеральная (абдоминальная) хирургия — 6, колоректальная хирургия — 6, гинекология — 5, урология — 2, торакальная хирургия — 1.

Данные об операциях и госпитализации ***(табл. 2)***. В 13 исследованиях была определена продолжительность хирургического вмешательства. Средняя длительность операции составила 142,7 мин, минимальная — 92 мин [24], максимальная — 230 мин [16].

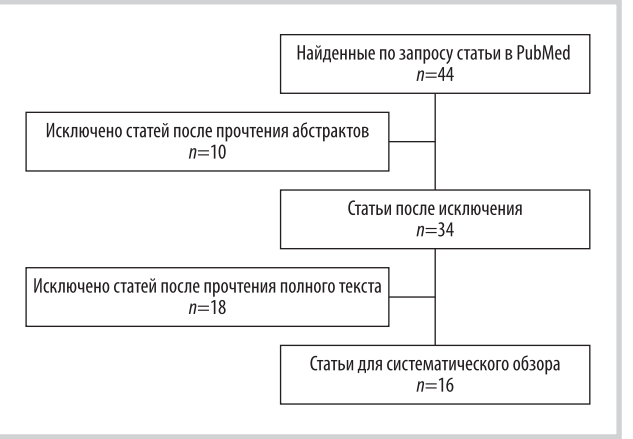


Схема отбора статей для систематического обзора и метаанализа (PRISMA) на тему использования новой роботизированной хирургической системы Versius в клинической практике.

Flow chart for the selection of articles for a systematic review and meta-analysis (PRISMA) on the use of the new robotic surgical system Versius in clinical practice.

Таблица 1. **Периоперативные данные пациентов**
Table 1. **Perioperative data of patients**

Год публикации	Автор	Область применения	Число пациентов	Возраст (годы)	Пол	
					мужской	женский
2021	S. Puntambekar, et al. [9]	GYN	30	52,4	0	30
2021	D. Collins, et al. [10]	CR	32	68	15	17
2021	F. Dixon, et al. [11]	CR GYN ABD	160	н/д	100	60
2021	F. Dixon, et al. [12]	CR	23	59,1	13	10
2021	J. Huddy, et al. [13]	CR GYN	60	67	33	27
2021	D. Kelkar, et al. [14]	GYN ABD	30	37,5	5	25
2022	S. Puntambekar, et al. [15]	CR	31	55,6	23	8
2022	S. Puntambekar, et al. [16]	TH	57	62	42	25
2022	J. El Dahdah, et al. [17]	ABD	55	—	—	—
2022	M. Halabi, et al. [18]	ABD	1	61	1	0
2022	M. Borse, et al. [19]	GYN	144	44	144	0
2022	C. Huscher, et al. [20]	CR	6	66	4	2
2023	B. Rocco, et al. [21]	URO	1	72	1	0
2023	A. Hussein, et al. [22]	URO	106	42	69	37
2023	S. Wehrmann, et al. [23]	ABD	175	55,6	75	100
2023	D. Kelkar, et al. [24]	ABD	143	41	51	92
Всего	—	—	1064	50,6	576 (57,1 [54,0; 61,1]%)	433 (42,9 [39,9; 46,0]%)

Таблица 2. **Характеристики хирургических вмешательств**
Table 2. **Characteristics of surgical interventions**

Год публикации	Автор	Число пациентов	Конверсия	Длительность ОР (мин)	Длительность пребывания в стационаре (дни)
2021	S. Puntambekar, et al. [9]	30	0	104	2,1
2021	D. Collins, et al. [10]	32	0	221	5,3
2021	F. Dixon, et al. [11]	160	7	н/д	6
2021	F. Dixon, et al. [12]	23	1	166	5
2021	J. Huddy, et al. [13]	60	0	199,5	3
2021	D. Kelkar, et al. [14]	30	0	120	3
2022	S. Puntambekar, et al. [15]	31	0	51	7
2022	S. Puntambekar, et al. [16]	57	0	230	6
2022	J. El Dahdah, et al. [17]	55	0	95,2	5
2022	M. Halabi, et al. [18]	1	0	нд	1
2022	M. Borse, et al. [19]	144	2	158,5	3
2022	C. Huscher, et al. [20]	6	0	160	3
2023	B. Rocco, et al. [21]	1	0	130	3
2023	A. Hussein, et al. [22]	106	6	150	н/д
2023	S. Wehrmann, et al. [23]	175	0	н/д	3,6
2023	D. Kelkar, et al. [24]	143	9	92	2
Всего	—	1064	25 (2,3 [1,4; 3,3]%)	142,7	4,0

Конверсия в открытые операции упоминалась в 5 исследованиях и регистрировалась у 25 пациентов.

В 15 исследованиях была определена продолжительность пребывания пациентов в стационаре. Средняя длительность составила 4,0 дня, минимальная — 1 день [18], максимальная — 7 дней [15].

Данные об осложнениях ***(табл. 3)***. Данные о послеоперационных осложнениях представлены во всех статьях. Общее количество осложнений составило 33. Наиболее часто регистрировалась раневая инфекция в области стояния роботических портов (у 21 пациента), которая не потребовала повторных операций.

Таблица 3. **Данные об осложнениях операций**
Table 3. **Data on surgical complications**

Год публикации	Автор	Число пациентов	Интраоперационное кровотечение	Другие осложнения
2021	S. Puntambekar, et al. [9]	30	0	2 — уретеровагинальная фистула
2021	D. Collins, et al. [10]	32	0	8 — инфекция раны
2021	F. Dixon, et al. [11]	160	0	0
2021	F. Dixon, et al. [12]	23	0	9 — инфекция раны
2021	J. Huddy, et al. [13]	60	3	3 — илеус (2), повреждение капсулы опухоли (1)
2021	D. Kelkar, et al. [14]	30	1	0
2022	S. Puntambekar, et al. [15]	31	2	1 — повреждение кишки
2022	S. Puntambekar, et al. [16]	57	0	0
2022	J. El Dahdah, et al. [17]	1	0	0
2022	M. Halabi, et al. [18]	55	0	0
2022	M. Borse, et al. [19]	144	0	0
2022	C. Huscher, et al. [20]	6	1	0
2023	B. Rocco, et al. [21]	1	0	0
2023	A. Hussein, et al. [22]	106	0	8 — инфекция раны (4), отсроченное кровотечение (4)
2023	S. Wehrmann, et al. [23]	175	4	1 — несостоятельность анастомоза
2023	D. Kelkar, et al. [24]	143	9	1 — желчный перитонит
Всего	—	1064	20 (1,9 [1,1; 2,7]%)	33 (3,1 [2,1; 4,1]%)

Формирование уретеровагинальных фистул отмечено у 2 больных [9]. Одному пациенту был установлен двойной J-стент, другому — была проведена лапароскопическая реимплантация мочеточника.

В 2 случаях регистрировалась послеоперационная кишечная непроходимость [13]. Это состояние потребовало повторных операций. Описывались другие, более редкие, осложнения, например повреждение капсулы опухоли (1) [13], несостоятельность кишечного анастомоза (1) [23], повреждение кишки (1) [15] и несостоятельность культи пузырного протока (1) [23].

Неблагоприятное последствие в виде летального исхода регистрировалось в 1 исследовании [24]. Смерть наступила у 1 пациента на 5-е сутки после холецистэктомии в результате развития септического шока на фоне желчного перитонита, причиной которого явилась несостоятельность культи пузырного протока.

Обсуждение

Робот-ассистированные операции произвели революцию в хирургии и преодолели многие технические ограничения лапароскопии [25]. Роботы позволили расширить показания к минимально инвазивной хирургии, включив в них деликатные и сложные процедуры. Преимущества робот-ассистированной хирургии включают трехмерное (3D) изображение, визуализацию с высоким разрешением (HD), большую маневренность инструментов, фильтрацию тремора и исключительную точность движений [26].

Однако современное поколение роботов имеет определенные недостатки; в основном это касается громоздкости роботических платформ, плохой эргономики, проблем командного взаимодействия в ходе выполнения роботических процедур [27].

Совсем недавно на рынке была представлена хирургическая роботизированная система Versius, выпуск которой был налажен компанией «CMR Surgical» (Великобритания) [28]. Эргономичная платформа оснащена открытой консолью, которая позволяет пользователю работать с устройством в положении стоя или сидя, что снижает стресс и утомляемость. Хирург при работе на PC Versius может использовать до 5 роботических манипуляторов, каждый из которых представляет собой отдельную роботизированную единицу, предназначенную для большей свободы размещения портов. Технология V-Wrist обеспечивает движение запястья на 360°, 7 степеней свободы и тактильную обратную связь [6].

Ее основным преимуществом является наличие отдельных роботизированных рук, которые фактически имитируют лапароскопические руки. Поскольку расположение роботизированного и лапароскопического портов идентично, устройство позволяет дублировать этапы лапароскопии [7].

Для оценки эксплуатационной безопасности и осуществимости операций с использованием новой системы ряд ученых провели доклинические исследования на трупах людей и живых животных.

В одном из первых исследований, выполненном L. Hares и соавт. [7], отзывы хирургов о работе систе-

мы Versius на экспериментальных животных и трупах людей показали, что система может быть успешно использована в хирургии. В другом исследовании M. Carey и соавт. [29] оценили эффективность системы Versius при выполнении гинекологических процедур в доклинических условиях. Было опробовано несколько видов гинекологических операций. За исключением 1 случая, все процедуры прошли успешно. Удаление маточных труб выполнялось на моделях трупов и свиней.

При первой доклинической оценке системы Versius для вмешательств на почках и простате все 24 процедуры были выполнены успешно [30]. Одно интраоперационное осложнение, связанное с устройством, было обусловлено термическим повреждением кишечника монополярным стержнем инструмента. Было зарегистрировано только два интраоперационных осложнения, не связанных с самим устройством и обусловленных установкой роботического порта. В исследовании F. Haig и соавт. [6] взаимодействие между членами хирургической бригады проверялось во время общих хирургических процедур и путем подачи запроса на смену инструмента хирургу. Ни для одной из выполняемых задач не наблюдалось связанных критических отказов, что подтверждает безопасность этих конструктивных особенностей. Авторы пришли к выводу, что система Versius может безопасно использоваться медицинскими работниками, обученными лапароскопии, а также теми, кто обучен роботизированной хирургии.

Следующим этапом последовали исследования по оценке клинической безопасности и эффективности системы Versius. Мы изучили эффективность системы Versius в клинических условиях при выполнении минимально инвазивных операций по данным 16 исследований, отобранных на основании критериев PRISMA и включенных в настоящий систематический обзор [10—24]. В общей сложности с помощью этой роботизированной системы были прооперированы 1064 пациента. Чаще всего роботическая платформа использовалась в абдоминальной хирургии (6 исследований), колоректальной хирургии (6 исследований) и гинекологии (5 исследований). Далее следовали урология и торакальная хирургия. Сопоставимое распределение операций представлено в систематическом обзоре, выполненном I. Alkatout и соавт. [31], из которых 48,3, 14,2 и 37,5% были представлены колоректальными, висцеральными и гинекологическими случаями соответственно.

Ни в одном из исследований, анализируемых в настоящем обзоре, не сообщалось о выполнении операций у педиатрических пациентов. PC Versius до настоящего времени не прошла клинические испытания у детей. Средний возраст пациентов в этом обзоре составил 50,6 года, наименьший — 37,5 года [14], максимальный — 72 года [21]. Соотношение мужчин и женщин демонстрировало доминирование мужского пола (576/433).

Частота конверсий при использовании PC Versius составила 2,3 [1,4; 3,3]% (25 из 1064). W. Kim и соавт. [32] регистрировали конверсию в открытую или лапароскопическую операцию в 3 (0,17%) случаях при использовании системы da Vinci у 1797 пациентов. R. Siaulys и соавт. провели 100 гинекологических операций с использованием роботизированной платформы Senhance. Сообщалось о 6 (6%) конверсиях: 1 — в лапароскопию и 5 — в открытую операцию [33]. Таким образом, частота конверсий при использовании PC Versius находится в пределах допустимых значений и, очевидно, в значительной мере зависит от типа выполняемых операций. На основании рассмотренных исследований можно сделать вывод, что от 4 до 6,25% колоректальных операций были преобразованы в открытые процедуры [13, 14].

Длительность операции соответствовала сложности выполняемых процедур, составляя в среднем 200 мин. Наименьшее время регистрировалось при передней резекции прямой кишки (51 мин) [21] и в группе висцеральной хирургии (92 мин), где наиболее частыми процедурами были холецистэктомия, аппендэктомия, пластика грыж [30]. Наибольшая длительность операции (221 мин) наблюдалась у пациентов после сложных комбинированных онкологических колоректальных операций [10].

Длительность пребывания пациентов в стационаре составила в среднем 4 дня. Самый низкий показатель регистрировался у пациентов после выполненных общехирургических операций на органах брюшной полости (1—2 дня) [18, 24]. Максимальное время пребывания в стационаре (7 дней) наблюдалось у больных после робот-ассистированных торакоскопических операций [16].

Незначительная интраоперационная кровопотеря (<500 мл) отмечалась у 11 пациентов. Только в 3 случаях потребовалось переливание крови и ее компонентов. Четыре пациента были возвращены в операционную в связи с отсроченным кровотечением [22].

В послеоперационном периоде у 33 пациентов регистрировались осложнения. Их частота и тяжесть варьировали от простых (инфекция раны) до сложных (непроходимость, перфорация кишки, уретеровагинальная фистула, несостоятельность анастомоза, отсроченное кровотечение). При колоректальных операциях частота развития клинически значимых послеоперационных осложнений в течение 30 дней после операции составила от 7,4 до 39% [11, 12, 15]. Они были представлены несостоятельностью анастомоза, повреждением капсулы опухоли и послеоперационной кишечной непроходимостью. В гинекологической хирургии при наблюдении в течение 30 дней было зарегистрировано 2 побочных эффекта в виде формирования уретеровагинальных фистул, вследствие чего потребовались повторные операции [9]. В висцеральной хирургии клинически значимые осложнения не регистрировались, за исключением 1 случая

несостоятельности культи пузырного протока после холецистэктомии [30]. При выполнении урологических операций в раннем послеоперационном периоде отмечалось 4 кровотечения [22].

Таким образом, на основании научных работ, рассмотренных в настоящем систематическом обзоре, можно делать вывод, что возможно безопасное и эффективное использование PC Versius при выполнении минимально инвазивных операций в висцеральной хирургии, урологии, гинекологии, колоректальной хирургии, торакальной хирургии.

Поскольку система Versius еще не получила широкого распространения, мы старались оценить применимость устройства в клинических условиях в разных областях хирургии. Исследования показали, что программа освоения PC Versius на клиническом уровне была эффективна. Нами установлено, что новая PC может быть успешно использована специалистами, ранее обученными лапароскопии, а также теми, кто обучался роботизированной хирургии изначально. Большинство процедур с использованием системы Versius было выполнены успешно. Сбоев критических задач, связанных с устройством, не наблюдалось. Только в 7 случаях конверсия была связана с самим устройством [30]. Пять из этих конверсий произошли из-за того, что роботизированный зажим не смог надежно удерживать желчный пузырь, одна — из-за нестабильности роботизированной руки и одна — из-за неспособности устройства извлекать случайно высыпавшиеся из желчного пузыря камни.

В своем исследовании мы оценили осуществимость и безопасность минимально инвазивных операций, выполненных с помощью PC Versius. Все исследования подтвердили, что PC Versius можно легко и безопасно использовать, а минимально инвазивные операции могут успешно выполняться специалистами в соответствующих областях. Возможность работать одновременно в разных анатомических областях сократила время операции, а также общие хирургические расходы. Это также может позволить хирургам сосредоточиться на критических этапах операции, вдвое снизив утомляемость, связанную с длительными и сложными процедурами.

Ограничения научной работы включают небольшой размер выборки, короткие периоды наблюдения за пациентами и разнородность изучаемых групп. Очевидно, что для дальнейшей оценки эффективности PC Versius требуется изучение долгосрочных результатов лечения и качества жизни пациентов в рамках рандомизированных исследований. Кроме того, необходимы прямые сравнения клинической эффективности других роботизированных платформ, их потенциальных преимуществ и недостатков, а также предпочтений хирургов.

Заключение

Таким образом, хирургические вмешательства, выполненные с применением роботизированной системы Versius, являются осуществимыми, эффективными и безопасными. Эти процедуры хорошо переносятся пациентами, сопровождаясь минимальными неблагоприятными последствиями в раннем и позднем периодах наблюдения. Учитывая небольшое количество процедур, произведенных в отдельных хирургических центрах на новом роботе, требуется выполнение рандомизированных и многоцентровых исследований, которые помогут определить место роботизированной системы Versius в минимально инвазивной хирургии.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Lane T. A short history of robotic surgery. *Ann R Coll Surg Engl*. 2018;100(6):5-7.
2. Alhossaini RM, Altamran AA, Cho M. Lower rate of conversion using robotic-assisted surgery compared to laparoscopy in completion total gastrectomy for remnant gastric cancer. *Surg Endosc*. 2020;34:847-852.
3. Watrowski R, Kostov S, Alkatout I. Complications in laparoscopic and robotic-assisted surgery: Definitions, classifications, incidence and risk factors-an up-to-date review. *Videosurg Other Miniinvasive Tech*. 2021;16:501-525.
4. Koukourikis P, Rha K. Robotic surgical systems in urology: What is currently available? *Investig Clin Urol*. 2021;62:14-22.
5. Sheth KR, Koh CJ. The future of robotic surgery in pediatric urology: Upcoming technology and evolution within the field. *Front Pediatr*. 2019;7:259.
6. Haig F, Medeiros ACB, Chitty K, Slack M. Usability assessment of Versius, a new robot-assisted surgical device for use in minimal access surgery. *BMJ Surg Interv Health Technol*. 2020;2(1):e000028. https://doi.org/10.1136/bmjsit-2019-000028
7. Hares L, Roberts P, Marshall K, Slack M. Using end-user feedback to optimize the design of the versius surgical system, a new robot-assisted device for use in minimal access surgery. *BMJ Surg Interv Health Technol*. 2019;1:e000019.
8. Http://www.prisma-statement.org/documents/PRISMA%20Russian%20checklist.pdf
9. Puntambekar SP, Goel A, Chandak S, Chitale M, Hivre M, Chahal H, Rajesh KN, Manerikar K. Feasibility of robotic radical hysterectomy (RRH) with a new robotic system. Experience at Galaxy Care Laparoscopy Institute. *J Robot Surg*. 2021;15(3):451-456. https://doi.org/10.1007/s11701-020-01127-x

10. Collins D, Paterson HM, Skipworth RJE, Speake D. Implementation of the Versius robotic surgical system for colorectal cancer surgery: First clinical experience. *Colorectal Dis.* 2021;23(5):1233-1238. https://doi.org/10.1111/codi.15568
11. Dixon F, Khanna A, Vitish-Sharma P, Singh NS, Nakade K, Singh A, Qureshi A, O'Hara R, Keeler BD. Initiation and feasibility of a multi-specialty minimally invasive surgical programme using a novel robotic system: A case series. *Int J Surg.* 2021;96:106182.
12. Dixon F, O'Hara R, Ghuman N, Strachan J, Khanna A, Keeler BD. Major colorectal resection is feasible using a new robotic surgical platform: the first report of a case series. *Tech Coloproctol.* 2021;25(3):285-289. https://doi.org/10.1007/s10151-020-02366-8
13. Huddy JR, Crockett M, Nizar AS, Smith R, Malki M, Barber N, Tilney HS. Experiences of a "COVID protected" robotic surgical centre for colorectal and urological cancer in the COVID-19 pandemic. *J Robot Surg.* 2022;16(1):59-64. https://doi.org/10.1007/s11701-021-01199-3
14. Kelkar D, Borse MA, Godbole GP, Kurlekar U, Slack M. Interim safety analysis of the first-in-human clinical trial of the Versius surgical system, a new robot-assisted device for use in minimal access surgery. *Surg Endosc.* 2021;35:5193-5202.
15. Puntambekar SP, Rajesh KN, Goel A, Hivre M, Bharambe S, Chitale M, Panse M. Colorectal cancer surgery: by Cambridge Medical Robotics Versius Surgical Robot System-a single-institution study. Our experience. *J Robot Surg.* 2022;16(3):587-596. https://doi.org/10.1007/s11701-021-01282-9
16. Puntambekar S, Bharambe S, Pawar S, Chitale M, Panse M. Feasibility of transthoracic esophagectomy with a next-generation surgical robot. *Sci Rep.* 2022;12(1):17925. https://doi.org/10.1038/s41598-022-21323-z
17. El Dahdah J, Halabi M, Kamal J, Zenilman ME, Moussa H. Initial experience with a novel robotic surgical system in abdominal surgery. *J Robot Surg.* 2023;17(3):841-846. https://doi.org/10.1007/s11701-022-01471-0
18. Halabi M, Abid G, Zenilman ME, Moussa H. Treatment of an unusual case of Meckel's diverticulum with a new robotic platform. *Int J Surg Case Rep.* 2022;99:107613. https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2022.107613
19. Borse M, Godbole G, Kelkar D, Bahulikar M, Dinneen E, Slack M. Early evaluation of a next-generation surgical system in robot-assisted total laparoscopic hysterectomy: A prospective clinical cohort study. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2022;101(9):978-986. https://doi.org/10.1111/aogs.14407
20. Huscher C, Marchegiani F, Cobellis F, Tejedor P, Pastor C, Lazzarin G, Wheeler J, Di Saverio S. Robotic oncologic colorectal surgery with a new robotic platform (CMR Versius): hope or hype? A preliminary experience from a full-robotic case-series. *Tech Coloproctol.* 2022;26(9):745-753. https://doi.org/10.1007/s10151-022-02626-9
21. Rocco B, Turri F, Sangalli M, Assumma S, Piacentini I, Grasso A, Dell'Orto P, Calcagnile T, Sarchi L, Bozzini G, Sighinolfi MC. Robot-assisted Radical Prostatectomy with the Versius Robotic Surgical System: First Description of a Clinical Case. *Eur Urol Open Sci.* 2023;48:82-83. https://doi.org/10.1016/j.euros.2022.11.019
22. Hussein AA, Mohsin R, Qureshi H, Leghari R, Jing Z, Ramahi YO, Rizvi I, Guru KA, Rizvi A. Transition from da Vinci to Versius robotic surgical system: initial experience and outcomes of over 100 consecutive procedures. *J Robot Surg.* 2023;17(2):419-426. https://doi.org/10.1007/s11701-022-01422-9
23. Wehrmann S, Tischendorf K, Mehlhorn T, Lorenz A, Gündel M, Rudolph H, Mirow L. Clinical implementation of the Versius robotic surgical system in visceral surgery-A single centre experience and review of the first 175 patients. *Surg Endosc.* 2023;37(1):528-534. https://doi.org/10.1007/s00464-022-09526-x
24. Kelkar DS, Kurlekar U, Stevens L, Wagholikar GD, Slack M. An Early Prospective Clinical Study to Evaluate the Safety and Performance of the Versius Surgical System in Robot-Assisted Cholecystectomy. *Ann Surg.* 2023;277(1):9-17. https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000005410
25. Watrowski R, Kostov S, Alkatout I. Complications in laparoscopic and robotic-assisted surgery: Definitions, classifications, incidence and risk factors-an up-to-date review. *Videosurg Other Miniinvasive Tech.* 2021;16:501-525.
26. Luciani LG, Chiodini S, Mattevi D, Cai T, Puglisi M, Mantovani W, Malossini G. Robotic-assisted partial nephrectomy provides better operative outcomes as compared to the laparoscopic and open approaches: Results from a prospective cohort study. *J Robot Surg.* 2017;11:333-339.
27. Papadopoulou A, Kumar NS, Vanhoestenberghe A, Francis NK. Environmental sustainability in robotic and laparoscopic surgery: Systematic review. *Br J Surg.* 2022;109(10):921-932. https://doi.org/10.1093/bjs/znac191
28. CMR Versius Surgical Robot Begins First Gynaecological Procedures in NHS Hospital. 2021. [(accessed on 20 February 2022)]. Available online: https://cmrsurgical.com/news/versius-begins-first-gynaecology-cases-in-europe.
29. Carey M, Bali A, Pandeva I, Pradhan A, Slack M. Preclinical evaluation of a new robot-assisted surgical system for use in gynecology minimal access surgery. *Gynecol Surg.* 2020;17:2.
30. Thomas BC, Slack M, Hussain M, Barber N, Pradhan A, Dinneen E, Stewart GD. Preclinical Evaluation of the Versius Surgical System, a New Robot-assisted Surgical Device for Use in Minimal Access Renal and Prostate Surgery. *Eur Urol Focus.* 2021;7:444-452.
31. Alkatout I, Salehiniya H, Allahqoli L. Assessment of the Versius Robotic Surgical System in Minimal Access Surgery: A Systematic Review. *J Clin Med.* 2022;11(13):3754. https://doi.org/10.3390/jcm11133754
32. Kim WT, Ham WS, Jeong W, Song HJ, Rha KH, Choi YD. Failure and malfunction of da Vinci Surgical systems during various robotic surgeries: experience from six departments at a single institute. *Urology*. 2009;74(6):1234-1237. https://doi.org/10.1016/j.urology.2009.05.071
33. Siaulys R, Klimasauskiene V, Janusonis V, Ezerskiene V, Dulskas A, Samalavicius NE. Robotic gynaecological surgery using Senhance® robotic platform: Single centre experience with 100 cases. *J Gynecol Obstet Hum Reprod*. 2021;50(1):102031. https://doi.org/10.1016/j.jogoh.2020.102031

Поступила 18.12.2023
Received 18.12.2023
Принята к печати 22.12.2023
Accepted 22.12.2023