

# Современные роботические технологии в лечении урологических заболеваний

**А. О. Васильев**, К.М.Н., ассистент  
**А. В. Говоров**, Д.М.Н., доцент  
**К. Б. Колонтарев**, Д.М.Н., доцент  
**С. О. Сухих**, аспирант  
**А. В. Окишев**, аспирант  
**Ю. А. Ким**, ординатор  
**А. А. Ширяев**, ординатор  
**Ю. Г. Вишневская**, аспирант  
**Д. Ю. Пушкарь**, проф., член-корр. РАН, зав. кафедрой

Кафедра урологии ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, г. Москва

## **Modern robotic technologies in the treatment of urological diseases**

A. O. Vasilyev, A. V. Govorov, K. B. Kolontarev, S. O. Sukhikh, Yu. A. Kim, A. A. Shiryayev, Yu. G. Vishnevskaya, D. Yu. Pushkar  
Moscow State Medical and Stomatological University n.a. A. I. Evdokimov, Moscow, Russia

### Резюме

Технологический прорыв и значительная модернизация минимально-инвазивных методов лечения привели к тому, что роботизированные технологии занимают ведущие позиции в медицине. Широкое применение роботических хирургических систем обусловлено не только высокой технологичностью, но и тенденцией перехода к органосохраняющим операциям. Роботические технологии обладают всеми преимуществами малоинвазивных методик (такими как степень кровопотери, частота гемотрансфузии, продолжительность пребывания в стационаре и др.) и значительно превосходят используемые лапароскопические методики, а результаты оперативных вмешательств отличаются в лучшую сторону от таковых при открытых операциях. Тысячи успешных роботических операций, проведенных по всему миру, свидетельствуют о широком внедрении роботизированных технологий практически во всех отраслях медицины. В данной статье описаны актуальные роботические технологии, применяемые в современной урологической практике с использованием роботических хирургических систем.

Ключевые слова: **роботические технологии, малоинвазивное лечение, хирургическая роботическая система.**

### Summary

Technological progress and significant modernization of minimally invasive methods of treatment led to the fact that robotic technologies occupy leading positions in medicine. The wide application of robotic surgical systems is due not only to high technological efficiency, but also to the tendency to transition to organ-preserving operations. Robotic technologies have all the advantages of minimally invasive techniques (such as the degree of hemorrhage, the frequency of blood transfusion, the length of hospital stay, etc.) and significantly exceed the used laparoscopic techniques, and the results of surgical interventions differ for the better from those in open operations. Thousands of successful robotic operations conducted around the world testify to the widespread introduction of robotic technologies in virtually all branches of medicine. This article describes the most current robotic technologies used in modern urological practice using robotic surgical systems.

Key words: **robotic technologies, minimally invasive treatment, surgical robotic system.**

## Введение

Изучение перспектив практического применения роботических технологий началось в 80-х годах прошлого столетия. Итогом работы ученых из стран Северной Америки и Европы явилось создание роботических комплексов в нейрохирургии, ортопедической хирургии и восстановительной медицине [1, 2]. В 1989 году английский уролог J. Wickham разработал первого «урологического» робота PROROBOT, предназначенного для выполнения трансуретральной резекции предстательной железы [3]. Стремительное развитие телемедицинских систем предопределило

дальнейшее развитие роботических технологий [4]. В середине 1990-х годов были разработаны робот-манипулятор EndoAssist, управляемый с помощью инфракрасных сигналов и роботическая система AESOP 1000, использующая голосовое управление (или педали) для направления руки робота, проводившего лапароскопическую камеру. При помощи телекоммуникационных технологий Marescaux J. и соавт. [5] в 2001 году, находясь в Нью-Йорке, осуществили первую трансатлантическую лапароскопическую холецистэктомию пациенту, находящемуся в Страсбурге. Авторами была использована комбинация

высокоскоростной волоконно-оптической связи со средней задержкой в 155 мс с передовым асинхронным режимом передачи.

Самым популярным и востребованным из существующих на сегодняшний момент медицинских роботов является хирургический комплекс daVinci (компания Intuitive Surgical, США), одобренный Управлением по контролю за продуктами и лекарствами США (US Food and Drug Administration, FDA) в 2000 году [6]. За время клинического применения технология достигла значительного распространения по всему миру, прочно закрепив свои позиции

на медицинском рынке. Первыми активное применение хирургической системы daVinci было начато кардиохирургами; в 1999 году было опубликовано первое сообщение об успешном выполнении аортокоронарного шунтирования при помощи хирургической системы daVinci [7]. Современное применение хирургической системы в урологии отражено в табл. 1.

Среди основных преимуществ системы daVinci по сравнению с традиционной лапароскопией можно выделить 3D-визуализацию, систему Endowrist, имеющую семь степеней свободы, стабильность, возможность выполнения сложных процедур, снижение кривой обучения, эргономику, телемониторинг и телехирургию.

Хирургическая система da Vinci состоит из трех компонентов: консоли хирурга, тележки пациента и стойки оборудования. Консоль хирурга является панелью управления всей системы и местом работы оператора, осуществляющего управление тремя инструментами-манипуляторами и камерой тележки пациента при помощи двух джойстиков и ножных педалей. Движения рук хирурга полностью копируются джойстиком и передаются на манипуляторы, нивелируя тремор и обеспечивая возможность прецизионной диссекции. Ножные педали обеспечивают активацию процесса коагуляции (система оснащена как монополярным, так и биполярным типом коагуляции), переключение между рабочими манипуляторами и камерой, а также фокусировку оптической системы.

Дополнительным преимуществом роботической системы daVinci также можно считать создание положительного давления, достигаемого за счет пневмоперитонеума, в результате которого можно значительно снизить интраоперационное кровотечение.

Основным недостатком данной системы, препятствующей ее повсеместной интеграции, является высокая стоимость, необходимость ежегодного обслуживания и использования одноразовых расходных материалов. Второй немаловажной проблемой стоит отметить отсутствие обратной тактильной связи.

**Таблица 1**  
**Пример выполнения робот-ассистированных процедур в урологии и урогинекологии при помощи хирургической системы daVinci [8]**

Радикальная простатэктомия ± тазовая лимфаденэктомия
<b>Операции на почке</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>резекция почки</li> <li>радикальная нефрэктомия ± адреналэктомия</li> <li>нефруретерэктомия ± резекция мочевого пузыря</li> <li>геминефруретерэктомия</li> <li>пиелопластика</li> <li>декортикация кист почки</li> <li>нефропексия</li> <li>пересадка почки</li> </ul>
<b>Операции на мочевом пузыре</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>резекция мочевого пузыря</li> <li>радикальная цистпростатвезикулэктомия (в т.ч. с возможностью выполнения кишечной пластики)</li> <li>дивертикулэктомия</li> <li>эвисцерация (экзентерация) малого таза</li> </ul>
<b>Операции на мочеточнике</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>уретеронеоцистостомия</li> <li>уретерэктомия</li> <li>дистальная уретерэктомия с выполнением реимплантации (операция Боари)</li> <li>уретеролитотомия</li> <li>уретеролизис / уретеролимфолизис</li> <li>уретеропиелостомия</li> <li>уретерокаликостомия</li> <li>хирургическое лечение уретероцеле</li> <li>Уретероуретероанастомоз</li> </ul>
<b>Урогинекология</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>гистерэктомия</li> <li>сакрокольпопексия</li> <li>фистулопластика (хирургическое лечение пузырно-вагинальных, пузырно-маточных, мочеточниково-вагинальных свищей)</li> <li>операции Маршалла, Перейры</li> </ul>
<b>Вазовазостомия</b>
<b>Тазовая и забрюшинная лимфаденэктомия</b>
<b>Хирургическое лечение синдрома Циннера (кист семенного пузырька)</b>
<b>Десткая урология</b>

По данным ежегодного отчета Intuitive Surgical Inc. самыми распространенными областями применения хирургической системы daVinci являются гинекология, абдоминальная хирургия и урология, причем на долю последней приходится более 70 % операций из общего числа процедур; ежегодный прирост количества операций, выполняемых при помощи роботической системы, составляет 9%.

В России робот-ассистированная хирургия начала развиваться с 2007 года. В настоящее время системы daVinci S/Si установлены в более чем 20 российских клиниках (на момент написания данной статьи в РФ установлены 30 хирургических систем), в которых с помощью данного оборудования было проведено уже более 2000 операций.

В настоящее время медицинские роботические системы могут быть классифицированы как роботы с дистанционным управлением, синергетические и автоматические (или полуавтоматические). В первых двух случаях врач имеет непосредственный контроль над роботом в режиме реального времени, во втором непрерывный контроль не обязателен; важна четкая постановка задачи и контроль за ее осуществлением. Хирургическая система daVinci относится к первому типу роботических систем.

## Материалы и методы

3 ноября 2008 года впервые в России широкое применение роботической хирургической системы daVinci было осуществлено на кафедре урологии МГМСУ им. А. И. Евдокимова. За этот период при помощи роботической системы daVinci S/Si нами было выполнено более 1500 операций. Обладая наибольшим опытом роботических операций при раке предстательной железы, нами также накоплен опыт выполнения робот-ассистированных операций при раке мочевого пузыря (цистэктомия, дивертикулэктомия), опухолях почки (резекция почки, нефрэктомия), мочекаменной болезни (уретролитотомия, цистолитотомия), рецидиве рака простаты (сальважная простатэктомия после брахитерапии / HIFU-терапии / фокальной криоабляции; сальважная лимфаденэктомия), пролапсе гениталий (сакрокольпопексия), мочеполовых свищах (фистулопластика), травмах мочеточника (операция Боари) [9, 10, 11, 12, 13]. Данный факт позволил нашей кафедре получить статус центра по обучению робот-ассистированной хирургии.

Подробное устройство хирургической системы daVinci, технические особенности и расстановка роботических портов описаны нами ранее [11, 12, 14].

## Результаты и обсуждение

К основным параметрам, коррелирующим со степенью эффективности роботических операций, принято относить:

- объем кровопотери и необходимость в проведении гемотранфузии;
- сроки удаления уретрального катетера / страховой дренажной трубки;
- количество осложнений;
- выраженность болевого синдрома в послеоперационном периоде;
- онкологические и функциональные показатели [15].

Большинство авторов [16, 17], сравнивающих результаты открытой и робот-ассистированной (РА) методики выполнения оперативных пособий, приводят данные о том, что по мере завершения кривой обучения в группе больных, перенесших РА-операцию, происходит значительное снижение количества интра- и послеоперационных осложнений, уменьшаются время операции и период госпитализации. Сравнивая показатели интенсивности болевого синдрома у больных в послеоперационном периоде, А. Tewari и М. Menon [18] пришли к выводу, что степень выраженности болевого синдрома в ранние сроки послеоперационного периода была существенно ниже у больных, перенесших РА-операцию. Однако по мнению Т. М. Webster с соавт. [19], статистически значимое различие в субъективной оценке болевого синдрома наблюдается только в ранние послеоперационные часы, в последующие дни после операции различий между методиками не выявлено. Также не было отмечено значительной разницы в частоте выявления положительного хирургического края и показателях безрецидивной и раковоспецифической выживаемости в группе больных, перенесших открытую и РА-операцию [20, 21].

В отношении коррекции пролапса гениталий применение робот-ассистированных технологий имеет преимущество перед открытым абдоминальным доступом в отношении экономической эффективности [22], а также перед лапароскопическим

в отношении частоты интраоперационной конверсии со сходными анатомическими результатами хирургического лечения [23, 24]. Однако в нескольких рандомизированных клинических исследованиях отмечена меньшая выраженность послеоперационного болевого синдрома после лапароскопического доступа в сравнении с робот-ассистированным, так же как и продолжительность оперативного вмешательства [25]. Вопрос экономической эффективности применения робот-ассистированных технологий в лечении пролапса гениталий также является предметом дискуссий [26].

Технические характеристики роботической системы DaVinci позволяют производить бережное выделение анатомических структур, ответственных за функциональные результаты операции. Так, например, благодаря превосходной визуализации роботическая технология позволяет выполнить уретрошеечный анастомоз качественнее, что, несомненно, ведет к меньшей частоте возникновения стриктур, а техника наложения анастомоза позволяет свести к минимуму возможность развития его несостоятельности [27, 28].

Преимущества роботической хирургии очевидны:

возможность выполнения операции у пациентов с высоким индексом массы тела;

- минимальное травмирование тканей организма;
- возможность проведения операции в ограниченном пространстве (малый таз);
- низкий процент послеоперационных осложнений (в т.ч. инфекционных);
- минимальная частота гемотранфузий;
- короткий период реабилитации и др.

Наш опыт внедрения в практику роботической программы (среднее время операции, количество и частота интра- и послеоперационных осложнений, онкологические и функциональные результаты) оказался схожим с данными авторов, описывающих эффективность применения роботической системы daVinci.

## Выводы

В настоящее время роботизированные технологии занимают ведущие позиции в хирургии и урологии, превосходя уже широко используемые лапароскопические методики. Усиленными темпами идет развитие трансоральной роботической хирургии, а также хирургии головы и шеи. Значительный прогресс, достигнутый путем интеграции робототехники в практическую медицину, привел к улучшению онкологических и функциональных показателей, снижению числа осложнений, а также уменьшению послеоперационного периода. Робот-ассистированная радикальная простатэктомия — наиболее популярная роботическая операция во всем мире. Одним из перспективных направлений применения робота daVinci являются реконструктивно-пластические операции. В настоящее время в клинике урологии МГМСУ накоплен наибольший в России опыт хирургического лечения рака предстательной железы. Появление роботической техники позволило активно предлагать данный метод лечения больным рецидивом рака предстательной железы как после брахитерапии, так и после криоабляции и HIFU-терапии. Преимущества роботической техники позволяют чаще предлагать сальважную радикальную простатэктомию данным пациентам, поскольку при сохранении всей радикальности лечения наблюдается меньшее количество осложнений. Кроме лечения рака простаты, роботическая техника используется в лечении опухолей почек, мочевого пузыря, мочекаменной болезни, а также при пластических операциях на мочеточниках и при пролапсе гениталий.

## Список литературы

1. Buckingham R. A., Buckingham R. O. Robots in operating theatres // *BMJ*. — 1995. — № 311. — P. 1479.
2. Cadeddu J. A., Stoianovici D., Kavousi L. R. Telepresence and robotics: urology in the 21st century // *Contemp Urol*. — 1997. — 9, № 10. — P. 86–97.
3. Challacombe B. J., Khan M. S., Murphy D., Dasgupta P. The history of robotics in urology // *World J Urol*. — 2006. — 24, № 2. — P. 120–127.
4. Satava R. M. Surgical robotics: the early chronicles: a personal historical perspective // *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*. — 2002. — 12, № 1. — P. 6–16.

5. Marescaux J., Leroy J., Gagner M., Rubino F., Mutter D., Vix M. Transatlantic robot-assisted telesurgery // *Nature*.—2001.—413.—379–380.
6. Murphy D., Challacombe B., Khan M. S., Dasgupta P. Robotic technology in urology // *Postgrad Med J*.—2006.—82, № 973.— P. 743–747.
7. Falk V., Diegeler A., Walther T., Löscher N., Vogel B., Ulmann C., Rauch T., Mohr F. W. Endoscopic coronary artery bypass grafting on the beating heart using a computer enhanced telemanipulation system // *Heart Surg Forum*.—1999.—2, № 3.— P. 199–205.
8. Babbar P., Hemal A. K. Robot-assisted urologic surgery in 2010 — Advancements and future outlook // *Urol Ann*.—2011.—3, № 1. P. 1–7.
9. Говоров А. В., Васильев А. О., Прилепская Е. А., Колонтарев К. Б., Пушкарь Д. Ю. Сальважная робот-ассистированная радикальная простатэктомия после брахитерапии: наш опыт // *Онкоурология*.—2014.—3.— С. 64–68.
10. Васильев А. О., Говоров А. В., Дьяков В. В., Ковылина М. В., Прилепская Е. А., Колонтарев К. Б., Пушкарь Д. Ю., Давыдова Е. С. Робот-ассистированная лапароскопическая дивертикулэктомия: наш первый опыт // *Ж. экспериментальная и клиническая урология*.—2014.—2.— С. 44–47.
11. Раснер П. И., Гвоздев М. Ю., Рева И. А., Пушкарь Д. Ю. Робот-ассистированная коррекция ятрогенной травмы тазового отдела мочеочника // *Эндохирургия сегодня*.—2014.—5.— С. 3–9.
12. Колонтарев К. Б., Пушкарь Д. Ю., Раснер П. И., Рева И. А. Роботический уретеростомеоанастомоз при травмах мочеочника. Опыт четырех случаев // *Медицинский совет*.—2014.—19.— С. 46–50.
13. Раснер П. И., Гвоздев М. Ю., Рева И. А., Пушкарь Д. Ю. Робот-ассистированная сакрокольпопексия. Клинический случай // *Эндохирургия сегодня*.—2014.—5.— С. 10–15.
14. Говоров А. В., Васильев А. О., Колонтарев К. Б., Пушкарь Д. Ю. Роботизированные технологии в урологии // *Ж. Consilium medicum*.—2014.—7.— С. 5–7.
15. Bivalacqua T. J., Pierorazio P. M., Su L. M. Open, laparoscopic and robotic radical prostatectomy: optimizing the surgical approach // *Surg. Oncol*.—2009.—18, № 3.— P. 233–241.
16. Parsons J. K., Bennett J. L. Outcomes of retropubic, laparoscopic, and robotic-assisted prostatectomy // *Urology*.—2008.—72, № 2.— P. 412–416.
17. Nelson B., Kaufman M., Broughton G. Comparison of length of hospital stay between radical retropubic prostatectomy and robotic assisted laparoscopic prostatectomy // *J. Urol*.—2007.—177, № 3.— P. 929–931.
18. Tewari A., Menon M. Vattikuti institute prostatectomy: surgical technique and current results // *Curr. Urol. Rep*.—2003.—4, № 2.— P. 119–123.
19. Webster T. M., Herrell S. D., Chang S. S. Robotic assisted laparoscopic radical prostatectomy versus retropubic radical prostatectomy: a prospective assessment of postoperative pain // *J. Urol*.—2005.—174, № 3.— P. 912–914.
20. Ficarra V., Novara G., Artibani W. et al. Retropubic, laparoscopic, and robot-assisted radical prostatectomy: a systematic review and cumulative analysis of comparative studies // *Eur. Urol*.—2009.—55, № 5.— P. 1037–1063.
21. Murphy D. G., Challacombe B. J., Costello A. J. Outcomes after robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy // *Asian J. Androl*.—2009.—11, № 1.— С. 94–99.
22. Elliott C. S., Hsieh M. H., Sokol E. R., Comiter C. V., Payne C. K., Chen B. Robot-assisted versus open sacrocolpopexy: a cost-minimization analysis // *J Urol*.—2012.—187.— P. 638–643.
23. Sinha R., Sanjay M., Rupa B., Kumari S. The conversion rate to open surgery is lesser with robotic assistance when compared to laparoscopy. Robotic surgery in gynecology // *J Minim Access Surg*.—2015.—Vol. 11.— N. 1.— P. 50–9.
24. Oliver J. L., Kim J. H. Robotic Sacrocolpopexy — Is It the Treatment of Choice for Advanced Apical Pelvic Organ Prolapse? // *Curr Urol Rep*.—2017.—18 (9).— P. 66.
25. De Gouveia De Sa M., Claydon L. S., Whitlow B., Dolcet Artahona M. A. Robotic versus laparoscopic sacrocolpopexy for treatment of prolapse of the apical segment of the vagina: a systematic review and meta-analysis // *Int Urogynecol J*.—2016.—27 (3).— P. 355–66.
26. Anger J. T., Mueller E. R., Tarnay C., Smith B., Stroupe K., Rosenman A., et al. Robotic compared with laparoscopic sacrocolpopexy // *Obstet Gynecol*.—2014.—123.— P. 5–12.
27. Wilson T., Torrey R. Open versus robotic-assisted radical prostatectomy: which is better? // *Curr Opin Urol*.—2011.—21, № 3.— P. 200–205.
28. Malcolm J. B., Fabrizio M. D., Barone B. B. Quality of life after open or robotic prostatectomy, cryoablation or brachytherapy for localized prostate cancer // *J Urol*.—2010.—183.— P. 1822–1828.



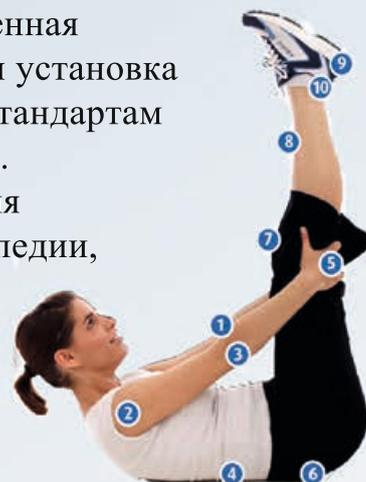
группа компаний  
**МТ ТЕХНИКА**



**RICHARD WOLF**  
ЭНДОСКОПЫ И ЛИТОТРИПТЕРЫ



Аппарат Piezowave это современная пьезоэлектрическая ударно-волновая установка отвечающая всем международным стандартам Ударно-Волновой Терапии. Оптимально для применения в области травматологии и ортопедии, урологии, неврологии, косметологии, а также для лечения трофических поражений кожи.



121357, г. Москва ул. Верейская, д.29, строение 134-33  
БЦ «Верейская Плаза 3»  
Тел.: +7 (495) 744 00 35 : 8 800 707 00 35  
Адрес эл.почты: info@mttechnica.ru  
Сайт: www.mttechnica.ru