

РОБОТОТЕХНИКА В ХИРУРГИИ – ИСТОКИ, РЕАЛИИ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Шевченко Ю.Л., Карпов О.Э., Ветшев П.С., Степанюк И.В.

Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова

Самое оригинальное и одно из самых нравственных чувств нашего века, века науки, это чувство искреннего сомнения.

Ж. Гюйо

Прошедшие два десятилетия характеризовались значительными изменениями в хирургической технике и оперативной технологии. Клиническая практика обогатилась принципиально новым направлением, получившем название щадящей или минимально инвазивной хирургии (МИХ) [1, 2, 4, 5].

Эндовидеохирургические технологии (лапароскопические, торакоскопические и др.) получили широкое распространение в различных областях клинической хирургии, занимая при многих операциях ведущую роль и повышая качество оказания медицинской помощи [2, 3, 4]. Преимущества минимальных инвазивных технологий (МИТ) хорошо известны и описаны в многочисленных публикациях [1, 2, 5].

Хотя МИХ существенно уменьшает операционную травму, продолжительность госпитализации и реконвалесценции, она сопряжена с известными техническими недостатками. Хирург оперирует, используя стандартный двухмерный видеомонитор, не имея возможности непосредственно наблюдать и контролировать действие своих рук. Видеомонитор, уплощая изображение, уменьшает естественную глубину операционного поля, а фиксированные запястья и инструменты ограничивают двигательные возможности рук. Отсутствие трехмерного изображения операционного поля, недостаточная эргономика и управляемость во многом сдерживают дальнейший прогресс в этом направлении.

Высокие требования хирургов, которые не могут быть полностью удовлетворены эндовидеоскопическими технологиями, во многом исчерпанные оперативные возможности в рамках лапаро- и торакокопии, новые технологические наработки инженеров последних лет явились реальными предпосылками для появления робототехники.

Этот по сути новый революционный рубеж развития хирургической техники был достигнут в конце 90-х годов

ROBOTICS IN SURGERY: FOUNDATION, REALITY, NEW PROMISES

Yu.L. Shevchenko, O.E. Karpov, P.S. Vetshev, I.V. Stepanyuk

прошлого века с внедрением роботов. На переднем крае этих разработок находилась фирма Intuitive Surgical, разработавшая хирургический роботизированный комплекс (РХК) da Vinci®. Комплекс «Да Винчи» снабжен инструментами с искусственными запястьями, имеющими семь степеней свободы, имеет возможность трехмерного изображения и создает достаточный эргономический комфорт (см. рисунок). Эти инженерные инновации создали реальные предпосылки для дальнейшего развития МИТ в различных областях хирургии – началась новая история хирургии с использованием самой современной технологии – хирургической роботизации.

Специалисты сходятся во мнении, что РХК позволяет улучшать исходы хирургического лечения, фундаментально изменяя хирургию в трех основных аспектах:

I. Упрощение многих уже разработанных операций.

Многие хирургические операции, выполняемые сегодня с помощью стандартной лапароскопической техники, можно выполнять несколько быстрее и проще с помощью РХК, который создает «обзор и ощущения», близкие к таковым в открытой хирургии и, следовательно, более привычные хирургам [1, 3, 5].

II. Делая сложные минимально инвазивные операции рутинными.

Традиционные лапароскопические операции, вероятно, не найдут широкого применения за пределами существующего операционного набора типичных операций. Лишь небольшая группа хирургов-виртуозов предпринимает попытки рутинного выполнения сложных операций из минимально инвазивных доступов. Робототехника позволяет большему числу хирургов выполнять сложные минимально инвазивные операции регулярно и уверенно [3, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 15].

III. Расширение возможностей минимально инвазивных процедур.

Выполнение ряда операций, которые невозможно было осуществить с помощью традиционных МИТ, стало возможным благодаря наборам инструментов EndoWrist® комплекса da Vinci System. Набор инструментов EndoWrist включает комплект зажимов, иглодержателей, ножниц, монополярных и биполярных электрохирургических инструментов, скальпелей и других специ-

ализированных инструментов (всего более 40 типов инструментов). При этом инструменты могут иметь диаметр 5 мм и 8 мм.

РХК «Да Винчи» состоит из эргономичной консоли хирурга, стойки с четырьмя интерактивными роботизированными «руками» у операционного стола, высокопроизводительной системы обзора InSite® и патентованных инструментов. Движения рук хирурга масштабируются, анализируются и равномерно преобразуются в высокоточные движения инструментов. РХК «Да Винчи» может дать хирургу лучший обзор, обеспечить большую точность и управляемость, чем в лапароскопической хирургии [13, 14, 16]. Он уменьшает риск инфицирования хирургической бригады гепатитом, ВИЧ и т.п. Принципиальным отличием при работе с роботом является тот факт, что оператор работает сидя в удобной позе в нестерильной зоне у управляющей консоли. Одним из основных элементов безопасности является оптическая защита, суть которой заключается в том, что инструментальные манипуляторы активизируются лишь в том случае, если голова оператора правильно позиционируется РХК (см. рисунок).

Значительным прогрессом по сравнению с эндовидеохирургией (лапароскопией, торакоскопией) является возможность использования объемного (3D) изображения операционного поля. Очень важно взаимодействие оператора с ассистентом, который остается в течение операции у пациента и вместе с операционной сестрой работает в стерильной части системы. Как было отмечено выше, движения рук оператора аккуратно воспроизводятся в очень точные движения операционных инструментов. При этом семь степеней свободы движения инструментов предоставляют хирургу-оператору большие технические возможности.

К настоящему времени в клиниках различных стран функционируют более 800 РХК. Две трети из них находятся в США, около 140 – в Европе, два – в России. В настоящее время с помощью хирургических роботов выполняется достаточно широкий круг операций: протезирование митрального клапана, реваскуляризация миокарда (АКШ, МКШ), установка эпикардального электронного стимулятора сердца для бивентрикулярной ресинхронизации, фундопликация, гистерэктомия и ми-



Рис. Роботизированный хирургический комплекс.
А – Общий вид операционной – рабочее место хирурга.
Б – Хирург за работой.
В – Манипуляторы в стерильной зоне.

омэктомия, тимэктомия, удаление опухоли средостения; лобэктомия; экстирпация пищевода, адреналэктомия, радикальная простатэктомия, пиелопластика, удаление мочевого пузыря, радикальная нефрэктомия и резекция почки, реимплантация мочеоточника, другие операции.

В течение последних 3 лет роботизированная хирургия оказала значительное влияние на МИХ во многих специальностях. В клинической практике роботизированные технологии наиболее широко применяются в кардиохирургии, урологии, гинекологии, колопроктологии, при выполнении операций общехирургического профиля, также имеется опыт применения РХК в эндокринной хирургии.

Использование системы в урологии позволяет снизить частоту осложнений, летальность и длительность пребывания в стационаре, при этом сохранив основной онкологический принцип – радикальность [4].

Описаны следующие преимуществами лапароскопической простатэктомии с использованием РХК:

- Радикальность выполнения операции лапароскопическим доступом с использованием робота такая же, как и при выполнении операции традиционным открытым методом.

- Значительное снижение кровопотери и отсутствие необходимости гемотрансфузии.

- Сокращение срока пребывания в стационаре до 24 часов.

- Возможность возвращения к обычной активности в течение 1 суток.

- Удержание мочи наступает спустя нескольких недель после операции.

- Практически не страдает эректильная функция за счет минимальной травмы половых нервов.

- Хороший косметический эффект.

Большинство авторов сходятся во мнении, что при использовании робототехники возникает минимальное число осложнений. Такие осложнения, как ранение мочевого пузыря, уретры и других органов брюшной полости, развитие кровотечения, образование гематом и необходимость переливания крови, инфицирование раны, несостоятельность анастомоза, нарушение функции кишечника и другие обычно не превышают 1%. Образование стриктур уретры и отсутствие контроля над мочеиспусканием через 12 месяцев после операции не составляет 3–5%. В то же время, авторы сообщают, что при робото-ассистированных операциях требуется больше времени на предоперационную подготовку самого РХК [12, 13, 17, 18,].

В гинекологической практике робототехника применяется для выполнения следующих оперативных вмешательств: гистерэктомия, удаление яичников, удаление кист яичников, лечение эндометриоза, восстановление проходимости маточных труб, забор яйцеклетки, другие операции.

Использование робототехнологии при перечисленных выше операциях позволяет снизить число осложнений, уменьшить непосредственную продолжительность самого оперативного вмешательства, пребывание пациентов в стационаре и период реабилитации [12, 13, 17, 18, 19].

В исследовании Y. Munz и соавт. [17] описаны хирургическая техника и предварительные результаты первых робото-ассистированных оперативных вмешательств в колопроктологии. Было выполнено 6 ректопексий с использованием робота «Да Винчи». Проводилась оценка продолжительности настройки оборудования и длительности пребывания пациента в стационаре. Все робото-ассистированные операции завершились успешно. Тяжелых осложнений и летальных исходов авторы не отметили. Средняя продолжительность настройки оборудования составила 28 мин., средняя длительность оперативного вмешательства – 127 мин., средняя продолжительность пребывания в стационаре – 6 сут. При наблюдении за пациентами в течение 3–6 мес. признаков копростаз не наблюдали. Авторы исследования пришли к выводу, что робото-ассистированная ректопексия осуществима и безопасна для пациентов и при этом соответствует принятым стандартам лапароскопической хирургии.

Следующим шагом в развитии хирургии стало первое применение роботизированной технологии для выполнения полностью эндоскопической операции на сердце [7, 8, 10, 18, 19]. Первая операция АКШ была выполнена 18 января 2002 г. в Колумбийском Пресвитерианском медицинском центре в Нью-Йорке, провели операцию Argenziano M. и Smith C. В работе Argenziano M. и Oz M.C. Kohmoto T. приводится анализ семнадцати операций полностью эндоскопического восстановления дефекта межпредсердной перегородки с использованием РХК [6, 7]. Средний возраст пациентов составил 47 лет (от 22 до 68). Через 30 дней после операции чреспищеводная эхокардиография подтвердила успешную ликвидацию дефекта межпредсердной перегородки. Средняя длительность пребывания в отделении интенсивной терапии составила 20 час., средняя длительность пребывания в стационаре – 4 дня.

Авторы приходят к выводу, что использование роботов позволяет безопасно и эффективно выполнять подобные операции на сердце. Данная техника представляет собой надежный способ лечения пациентов с дефектом межпредсердной перегородки, желающих избежать стернотомии или торакотомии [6, 7].

Медицинский центр Университета Штата Мэриленд является одним из немногих госпиталей в США, где этот робот используется для коронарного шунтирования. Ученые проанализировали результаты исследования 100 пациентов, прооперированных с помощью РХК в Медицинском центре [2, 4, 9]. Сравнение проводилось с группой из 100 пациентов, которым провели традиционную операцию из стернотомического доступа. Средняя продолжительность пребывания в стационаре

для пациентов с применением РХК составила 4 дня по сравнению с 7 днями при традиционной операции. Однако различие было еще больше среди пациентов с повышенным операционным риском. В первой группе средняя продолжительность пребывания в больнице составила 5 сут., а во второй – 12 сут. Частота осложнений в первой группе было намного ниже – у 12 % пациентов, а во второй – у 34%. После проведенной операции наблюдение за пациентами проводилось в течение года. Используя коронарографию, исследователи установили, что после роботизированной операции вероятность сужения или закупорки сосудов была гораздо ниже по сравнению с традиционной операцией. Авторы пришли к выводу, что роботизированная реваскуляризация коронарных артерий обеспечивает лучшее качество жизни для пациентов наряду с экономией денежных средств в тех больницах, где проводится интенсивная терапия больным с повышенным операционным риском.

М.А. Talamini и соавт. [21] поделились с читателями Surgical Endoscopy опытом выполненных 211 операций с использованием РХК. Чаще всего РХК использовали при выполнении антирефлюксных операций (69), холецистэктомии (36) и миотомии по Heller (26). Также робот применяли при резекции кишки (17), в ходе нефрэктомии у донора (15), при мобилизации левой внутренней грудной артерии (14), наложении желудочного-кишечного анастомоза (7), спленэктомии (7), адреналэктомии (6), пилоропластике (4), эксплоративной лапароскопии (3), гастроеюностомии (2), резекции хвоста поджелудочной железы (1), удалении полипа двенадцатиперстной кишки (1), эзофагэктомии (1), резекции доброкачественной опухоли желудка (1), а также для разделения спаек (1). Средняя общая продолжительность операций, в которых применяли РХК, составила 188 мин. (от 45 до 387 мин.), из которых робот использовали в среднем в течение 90 мин. (от 12 до 235 мин.). Средний срок пребывания в стационаре составил 1 сут. (от нескольких часов до 37 сут.). Технические трудности возникли в 8 (4%) наблюдений, пять из которых были незначительными (в четырех из них сместился зонд-коагулятор, а в одном произошла дислокация троакара); три осложнения оказались более значительными и были связаны с нарушениями работы системы, что в двух случаях потребовало перехода к обычной лапароскопической технике. Осложнения возникли у 9 (4%) пациентов. Авторы статьи приходят к выводу, что использование роботов в ходе перечисленных операций является безопасным и эффективным и не несет с собой повышенного риска развития осложнений или возникновения технических трудностей [8, 9, 13, 14].

Французские авторы опубликовали данные о первых результатах односторонней трансперитонеальной адреналэктомии с использованием РХК в сравнении с результатами стандартной лапароскопии [19, 20, 21, 22]. В проспективное исследование были включены все пациенты, которым была выполнена односторонняя лапароскопическая или роботизированная адреналэктомия. Стандарт-

ная односторонняя адреналэктомия была выполнена 28 пациентам (14 пациентам – с применением РХК). Средняя продолжительность роботизированной адреналэктомии была достоверно больше стандартной лапароскопической (111 по сравнению с 83 мин.; $P = 0.057$). Эти различия уменьшались с накоплением опыта хирургической бригады. Продолжительность стандартной лапароскопической адреналэктомии положительно коррелировала с индексом массы тела пациентов, у больных, оперированных с применением РХК «Да Винчи», эта связь отсутствовала [9, 20]. Приведенные предварительные исследования не выявили объективных данных, свидетельствующих о достоверном превосходстве РХК «Да Винчи» над стандартным лапароскопическим доступом при выполнении односторонней адреналэктомии. Однако авторы считают необходимым дальнейшее проведение сравнительного анализа этой системы для определения ее возможных преимуществ.

Сотрудники Медицинского центра Университета Иллинойса впервые в мире выполнили панкреатодуоденальную резекцию с помощью робота-хирурга [20, 21]. Пациент, 39-летний мужчина страдал хроническим панкреатитом с выраженным болевым синдромом. Проведенная несколько лет назад операция по дренированию кисты поджелудочной железы не избавила его от мучительных болей, приступов тошноты и рвоты. Из-за болезни пациент был вынужден оставить работу. Послеоперационный период протекал без осложнений, пациент был выписан спустя всего три дня после операции.

В последнее время с помощью робота осуществляются тысячи хирургических операций (например, радикальное удаление предстательной железы по поводу рака в 2008 году выполнено более чем у 96.000 пациентов на 850 установленных в мире РХК «Да Винчи»).

В России имеются два робота-хирурга «Да Винчи»: один в Екатеринбурге и второй в Ханты-Мансийске. Роботы были закуплены в рамках национального проекта «Здоровье».

К недостаткам РХК «Да Винчи»: специалисты относят продолжительность настройки оборудования, его высокую стоимость, длительность и стоимость подготовки и обучения медицинского персонала. Однако, окончательный экономический эффект следует вычислять после клинического внедрения и накопления опыта с учетом сокращения госпитализации, снижения расходов на лечение и минимизации осложнений [18, 20, 22, 23].

Обобщая накопленный опыт можно заключить, что для благополучной деятельности центра роботизированной хирургии необходимо создание передовых, максимально эрудированных (и медицински и технически) хирургических бригад различных специальностей, имеющих достаточный опыт работы с применением эндовидеохирургической технологии (лапаро- и торакокопии). Необходимым является также наличие базы в виде передовой клиники с диагностическими методами, современной системой информатики и обученным в

медицинском и техническом отношении врачевным и медсестринским персоналом.

Обсуждение роботизированной хирургии в последние годы является одной из ключевых тем мировых конгрессов в области общей хирургии, урологии, гинекологии, кардиохирургии и грудной хирургии. Минимально инвазивная робототехника является новой специальностью медицины, которая соединяет высококвалифицированную работу хирурга с самой современной технологией – микромеханикой, трехмерным изображением и компьютерным управлением. С момента первого применения РХК в хирургии прошло уже более 5 лет, и оценка результатов проведенных операций в мировом масштабе свидетельствует о ряде преимуществ этой передовой технологии.

Накопленный мировой опыт, основанный на применении роботизированных технологий при выполнении урологических, проктологических, гинекологических, кардиохирургических и общехирургических операций, свидетельствует о больших возможностях робототехники и несомненных ее перспективах в клинической практике. Вместе с тем, для выработки объективных суждений нужны дальнейшие клинические исследования, сравнительный анализ результатов лечения, проведение проспективных рандомизированных исследований, в полной мере отвечающих современным требованиям доказательной медицины. И этот тернистый путь отечественные хирурги должны пройти вместе со своими зарубежными коллегами, как это было в предыдущие годы, в ходе внедрения эндовидеохирургических технологий.

В заключение следует подчеркнуть, что именно эволюционная взвешенность может обеспечить надежное естественное развитие новейших технологий и позволит укрепить столь важное доверие к ним специалистов и пациентов [3]. В этом поступательном движении, несомненно, велика роль отечественных хирургов.

Литература

1. Карпов О.Э. Управленческие технологии в хирургической практике как основа совершенствования качества оказания медицинской помощи // ГлавВрач. - 2006. - №8. - С. 59–63.
2. Лотов А.Н., Ветшев П.С. Минимально инвазивные технологии в диагностике и лечении обтурационной желтухи // Щадящая хирургия. - М., 2005. - С. 72–92.
3. Шевченко Ю.Л., Ветшев П.С., Стойко Ю.М., Лядов К.В. О некоторых негативных тенденциях в прогрессивном развитии эндовидеохирургии // Щадящая хирургия. - М., 2005. - С. 286–294.
4. Шевченко Ю.Л., Ветшев П.С., Карпов О.Э. Интеграция управленческих и клинических технологий, как основа повышения качества оказания медицинской помощи // Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова: Науч. тр. - Т. 1. - М., 2008. - С. 115–123.
5. Щадящая хирургия (избранные главы). Под ред. Ю.Л. Шевченко. - М., 2005. - С. 23–45.
6. Anderson C., Hellan M., Kernstine K., Ellenhorn J., Lai L., Trisal V., Pigazzi A. Robotic surgery for gastrointestinal malignancies. The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery Volume 3 Issue 4, P.297-300.
7. Argenziano M., Oz MC, Kohmoto T., Morgan J., Dimitui J., «Totally endoscopic atrial septal defect repair with robotic assistance», Circulation, 2003, sept. 9;108 suppl 1: II191–4
8. Ballantyne GH., Moll F., «The da Vinci telerobotic surgical system: the virtual operative field and telepresence surgery.» Surg.Clin.North.Am., 2003 dec.; 83(6): 1293–304
9. Bollens R., Sanhu S., Roumeguere T., Quackels T., et al. Laparoscopic radical prostatectomy: the learning curve/ Curr Opin Urol 2005; 15: 1–4
10. Brunaud L., Bresler L., Ayav A., Tretou S., Cormier L., «Advantages of using robotic Da Vinci system for unilateral adrenalectomy: early results. Ann. Chir., 2003 Oct;128(8): 530–5
11. Clayman R., Kavoussi LR, Soper NJ et al. Laparoscopic nephrectomy: initial case report. J Urol 1991; 146:278–82
12. Dimitrios Stefanidis, MD, PhD James R. Korndorffer, Jr, MDDaniel J. Scott. «Robotic Laparoscopic Fundoplication» Current Treatment Options in Gastroenterology 2005, 8: 71–83
13. Fornara P., Zacharias M., Minimal invasiveness of laparoscopic radical prostatectomy: real or dream? Act Urol/ 2004;35: 395–405
14. Guillonnet B., Cathelineau X., Barret E., et al. Laparoscopic radical prostatectomy: technical and early oncological assessment of 40 operations. Eur Urol 1999; 36: 14–20
15. Gonzalo ML., Pavlovich CP., Trock BJ., et al., Classification and trends of perioperative morbidities following laparoscopic radical prostatectomy/ J Urol 2005; 174: 135–9
16. Holzhey D., Kiai BB. «Limitations for manual and telemanipulator-assisted motion tracking-implications for endoscopic beating-heart surgery». Ann. Thorac Surg., 2003 dec; 76(6): 2029–35; discussion 2035–6, Jacobs S.,
17. Munz Y., Moorthy K., Kadchadkar R. «Robot assisted rectopexy» Am J Surg., 2004 Jan; 187(1): 88–92.
18. Protzel C., Pechoel M., Richter M., Zimmerman U., et al. Radicale Prostatektomie und pelvine Lymphadenektomie – aktuelle Therapiestrategien in Deutschland – Ergebnisse einer deutschlandweiten Umfrage. Urologe A 2004; 43
19. Rawlings L., Woodland J.H., Vegunta R.K. and Crawford D.L. Robotic versus laparoscopic colectomy. Surgical Endoscopy, oct 2007, vol.21, N10
20. Ruurda JP., Visser PL, Broeders IA. Analysis of procedure time in robot-assisted surgery: comparative study in laparoscopic cholecystectomy Comput Aided Surg. 2003; 8(1): 24–9;
21. Saleem S. Zafar, Ronney Abaza. Robot-Assisted Laparoscopic Adrenalectomy for Adrenocortical Carcinoma: Initial Report and Review of the Literature Journal of Endourology. May 1, 2008, 22(5): 985–990.
22. Talamini M. A. Chapman S., Horgan S. and W. S. Melvin «A prospective analysis of 211 robotic-assisted surgical procedures», Surgical laparoscopy Vol.17,N10,- Oct2003
23. Ward J. Dunnican, T. Paul Singh, Gloria G. Guptill, Michael G. Doorly Ashar Ata Early robotic experience with paraesophageal hernia repair and Nissen fundoplication: short-term outcomes. J Robotic Surg (2008) 2: 41–44 vol/2 N1 may 2008.