

¹ Российский
университет
медицины

² Научный
медицинский
исследовательский
центр акушерства,
гинекологии
и перинатологии
им. академика
В.И. Кулакова

³ Российский
национальный
исследовательский
медицинский
университет
им. Н.И. Пирогова

⁴ Российская
детская клиническая
больница – филиал
Российского
национального
исследовательского
медицинского
университета
им. Н.И. Пирогова

⁵ Первый Московский
государственный
медицинский
университет
им. И.М. Сеченова

Робототехника в репродуктивной медицине

Л.В. Адамян, д.м.н., проф., академик РАН^{1, 2}, Е.В. Сибирская, д.м.н., проф.^{1, 3, 4},
Л.Б. Обосян⁵, Л.Г. Пивазян², Е.И. Крылова², В.А. Тарлакян⁵, З.У. Джаруллаева²

Адрес для переписки: Лаура Горовна Пивазян, laurapivazyan98@gmail.com

Для цитирования: Адамян Л.В., Сибирская Е.В., Обосян Л.Б. и др. Робототехника в репродуктивной медицине. Эффективная фармакотерапия. 2025; 21 (32): 84–89.

DOI 10.33978/2307-3586-2025-21-32-84-89

Представлены современные данные о клиническом применении роботизированной хирургии при гинекологических заболеваниях, а также о компонентах роботизированной системы da Vinci с описанием преимуществ и недостатков данного вида хирургических технологий.

Ключевые слова: робототехника, роботизированная хирургия, эндометриоз, гистерэктомия, лапароскопия, миомэктомия

Введение

Робот-ассистированная хирургия представляет собой следующий уровень развития лапароскопии. В 2005 г. Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA) одобрило хирургическую систему da Vinci для гинекологических операций на основании предварительных данных о безопасности и эффективности ее применения в миомэктомии и гистерэктомии в Мичиганском университете [1].

Хирургическая система da Vinci состоит из трех блоков: консоли хирурга-оператора, робота-манипулятора (исполнительное устройство), консоли видеозрения (вспомогательное устройство).

Как показал систематический обзор, по сравнению с открытой хирургией роботизированная хирургия эффективна и безопасна, сопоставима с открытыми и лапароскопическими методиками. Кроме того, данная технология позволяет сократить время пребывания пациентов в стационаре [2].

Основные хирургические вмешательства, при которых обосновано использование роботизированных технологий, включают гистерэктомию, миомэктомию, реанастомоз маточных труб при бесплодии, овариэктомию и цистэктомию яичников, резекцию эндометриоза, сакрокольпопексию и лимфаденэктомию.

Цель – проанализировать спектр основных гинекологических операций, при которых возможно использование роботизированной хирургии, особенности ее внедрения и клинического применения в гинекологии, а также преимущества и недостатки.

Материал и методы

Поиск работ осуществлялся в научных базах PubMed, Cochrane Library, Google Scholar по ключевым словам: robotics (робототехника), robotic surgery (роботизированная хирургия), endometriosis (эндометриоз), hysterectomy (гистерэктомия), laparoscopy (лапароскопия), myomectomy (миомэктомия).

Роботизированная миомэктомия

Робот-ассистированная технология облегчает наложение швов. Именно этим объясняется актуальность внедрения в практику роботизированной миомэктомии. Робот-ассистированная технология так же безопасна и приемлема, как лапароскопическая операция, но связана со значительно меньшим количеством осложнений, более низким объемом кровопотери, меньшим количеством конверсий, чем при лапароскопической и абдоминальной миомэктомии [3]. По мере накопления хирургического опыта время операции уменьшается [4]. Исходы беременности после роботизированной миомэктомии аналогичны таковым при открытой операции. М.С. Pitter и соавт., проанализировав эти показатели, сообщили о 92 родах у 107 исследованных пациенток [5].

Несмотря на то что имеются данные об успешных доношенных беременностях после роботизированной миомэктомии [6], делать окончательные выводы преждевременно. Необходимы крупные исследования с долгосрочным наблюдением за репродуктивными исходами.



Исследователи рекомендуют интракапсулярную миомэктомию, поскольку она положительно влияет на репродуктивную функцию, улучшает результаты фертильности, а также минимизирует риск родовой дистонии или разрыва матки во время последующей беременности. Интракапсулярная миомэктомия сохраняет сосудисто-нервный пучок и нейротрансмиттеры, окружающие миомы. Это способствует лучшему заживлению миометрия, минимальной адгезии и хорошей целостности послеоперационного рубца [7].

Роботизированная миомэктомия имеет преимущества перед открытой операцией: меньший объем кровопотери, меньшая частота осложнений и более короткий срок пребывания в стационаре. В то же время результаты сравнения с лапароскопической миомэктомией пока не получены [8, 9].

Роботизированная гистерэктомия

Согласно рекомендациям Американской ассоциации гинекологов-лапароскопистов, большинство гистерэктомий при доброкачественных заболеваниях следует выполнять либо вагинально, либо лапароскопически [10].

Внедрение роботизированной платформы способствовало увеличению частоты роботизированной гистерэктомии и снижению частоты абдоминальной гистерэктомии. Однако, как показал Кокрейновский обзор 2012 г. по роботизированной хирургии доброкачественных гинекологических заболеваний, роботизированная хирургия не повышает эффективность или безопасность, но существенно увеличивает стоимость процедуры [11].

Вместе с тем D. Sarlos и соавт. в рандомизированном контролируемом исследовании сравнили хирургические результаты и качество жизни после робот-ассистированной лапароскопической гистерэктомии и традиционной лапароскопической гистерэктомии [12]. Оба метода оказались сопоставимы по большинству хирургических аспектов, но роботизированная процедура ассоциировалась с более длительным временем операции. Послеоперационный индекс качества жизни был лучше, однако в долгосрочной перспективе разницы не зафиксировано. Субъективные послеоперационные параметры, такие как использование анальгетиков и возвращение к активности, не показали существенных различий между исследуемыми группами.

Е. Soto и соавт. [13] указали на более высокий объем кровопотери при традиционном лапароскопическом доступе по сравнению с роботизированным (207,7 против 131,5 мл). Частота интраоперационных осложнений и продолжительность пребывания в стационаре в обеих группах были сопоставимы.

Робот-ассистированная радикальная гистерэктомия с тазовой лимфаденэктомией считается эффективной и безопасной процедурой, связана с меньшим сроком госпитализации и меньшей послеоперационной морбидностью.

Как показали недавний метаанализ и результаты рандомизированного исследования, робот-ассистированный подход обеспечивает меньшую кровопотерю, меньший риск развития периоперационных осложнений, уменьшение послеоперационной боли и более короткий период восстановления [14–16].

Эндометриоз

Эндометриоз относится к распространенным доброкачественным заболеваниям, влияющим на фертильность и качество жизни. На практике применяют различные методы с использованием открытых, лапароскопических и роботизированных методик.

С. Nezhat и соавт. ретроспективно сравнили роботизированную и обычную хирургию эндометриоза у 78 пациенток [17]. За исключением более продолжительного времени операции, не установлено существенной разницы в кровопотере, сроке пребывания в стационаре и осложнениях.

Исследователи ретроспективно изучали роль роботизированной хирургии при глубоком инфильтративном эндометриозе. Вмешательства предполагали такие процедуры, как сегментарная резекция кишечника, удаление узлов из ректовагинальной перегородки, частичная резекция мочевого пузыря. Авторы исследования сделали вывод, что роботизированная операция – безопасная и привлекательная альтернатива комплексному хирургическому лечению глубокого инфильтративного эндометриоза [18].

В литературе описана гибридная методика лечения колоректального эндометриоза с использованием системы da Vinci и традиционной лапароскопической хирургии. В исследование было включено семь женщин с бесплодием и тяжелым поражением кишечника. У всех пациенток края резецированной области не имели признаков заболевания. Контрольное наблюдение, проведенное через три, шесть и 12 месяцев после операции, показало регресс болевой симптоматики в 100% случаев. У 2 (28,6%) пациенток в возрасте ≥ 35 лет в конечном итоге наступила естественная беременность [19].

Роботизированная лапароскопическая хирургия так же эффективна при эндометриозе, как и обычная лапароскопия. Данных о серьезных осложнениях нет [20].

P. Collinet и соавт. проанализировали самую большую серию роботизированных лапароскопий при глубоком инфильтративном эндометриозе [21]. Увеличения времени операции, кровопотери, интра- и послеоперационных осложнений не наблюдалось. Среднее время операции составило 180 минут. Полное выздоровление наступило у 98 (86,7%) больных. После операции 42 (41,2%) пациентки были намерены забеременеть, 11 (28,2%) забеременели.

Метаанализ S. Restaino и соавт. подтвердил безопасность роботизированной хирургии и возможность ее выполнения у пациенток с эндометриозом [22]. Существенных различий в кровопотере, осложнениях и длительности пребывания в стационаре между роботизированной лапароскопической хирургией

и традиционной лапароскопической хирургией при лечении пациенток с эндометриозом не выявлено.

М. Obino и соавт. проанализировали влияние операции на исходы вспомогательных репродуктивных технологий и частоту наступления клинической беременности при различных фенотипах эндометриоза и после неудачной процедуры экстракорпорального оплодотворения (ЭКО). Операция первой линии представляется хорошим вариантом для бесплодных пациенток с глубоким эндометриозом. После неудачной попытки ЭКО следует решить вопрос об операции, ассоциированной с низкой частотой выкидышей, высоким процентом беременности и имплантации [23].

Сакрокольпопексия

Сакрокольпопексия признана золотым стандартом лечения пациенток с пролапсом тазовых органов. Используются различные хирургические подходы, в том числе традиционная лапароскопия, роботизированная лапароскопия, вагинальная лапароскопия и трансвагинальные подходы. Сегодня специалисты обращают особое внимание на роботизированную сакрокольпопексию – новый уникальный хирургический метод, характеризующийся минимальной травматизацией и максимальной эффективностью.

J. Yang и соавт., проанализировав результаты 49 работ, пришли к выводу, что при использовании роботизированных технологий среднее время операции составляет 226 минут (90–604), предполагаемая кровопотеря – 56 мл (5–1500), а срок пребывания в стационаре – 1,55 дня (1–16). Интраоперационные осложнения и послеоперационные осложнения возникали в 74 (2,7%) и 360 (13,0%) случаях соответственно. Из 2768 больных 40 были переведены с роботизированного метода на другие подходы, а у 134 (7,2%) из 1852 больных возник рецидив пролапса любого отдела. По сравнению с лапароскопическими методиками роботизированные связаны со значительно меньшей кровопотерей и более низким коэффициентом конверсии. Существенных различий в периоперационном переливании крови, интраоперационных и послеоперационных осложнениях или объективном рецидиве между двумя группами не зарегистрировано. Применение роботизированной хирургии, по-видимому, дает некоторые преимущества по сравнению с традиционной лапароскопической хирургией, хотя оба подхода дают одинаковые клинические результаты [24, 25].

Трансплантация

Трансплантация матки – единственный метод лечения абсолютного бесплодия, обусловленного маточным фактором. Сложная анатомия сосудов, длительное время операции и интраоперационные травмы являются основными сдерживающими факторами. Кроме того, робот-ассистированная трансплантация матки в настоящее время не пользуется популярностью из-за технических трудностей. Успешные случаи единичны [26].

Описана робот-ассистированная операция по извлечению матки у живого донора для трансплантации матки [27]. Трансплантация матки выполнялась 33-летней пациентке с синдромом Майера – Рокитанского – Кюстера – Хаузера. Донором была 50-летняя женщина, перенесшая робот-ассистированное извлечение матки. Процедура проводилась в Бразилии. Матка была извлечена через разрез по Пфанненштилю. Матка пересаживалась реципиенту путем анастомоза внутренних подвздошных артерий конец в конец и анастомоза наружной подвздошной вены конец в бок с гонадной веной от инфундибулопелвичальной связки. Роботизированная донорская операция заняла 400 минут, а лапаротомическая реципиентная операция была завершена за 240 минут. Интраоперационные осложнения отсутствовали. Донор был выписан из больницы через два дня, а реципиент – через пять.

Сложность данной процедуры заключается в обширной диссекции сосудов, которую необходимо выполнять для выделения вен, дренирующих матку до гипогастриальной вены [28].

М. Brännström и соавт. описали случай рождения живого ребенка после робот-ассистированной трансплантации живой донорской матки [29]. Через десять месяцев после трансплантации была пересажена одна бластоциста, что привело к беременности, которая протекала без осложнений до операции кесарева сечения на 36-й + 1 неделе. Родился здоровый мальчик (оценка по шкале Апгар – 9/10). За 12-месячный период наблюдения осложнений не зарегистрировано.

Другие операции

Данные о других гинекологических операциях, например ректовагинопексии и кольпосуспении Берча, ограничены.

В исследовании робот-ассистированная лапароскопическая ректовагинопексия продемонстрировала эффективность, благоприятные результаты имели место в большинстве случаев [30]. Среднее время операции составило 160 минут, медиана кровопотери < 60 мл, медиана срока пребывания в стационаре – четыре дня. У двух больных отмечался рецидив пролапса, 87% остались довольны результатами.

Кольпосуспение Берча является хорошо изученным хирургическим методом лечения стрессового недержания мочи без недостаточности внутреннего сфинктера. S.L. Francis и соавт. продемонстрировали хирургическую технику, представили инструкцию по роботизированной кольпосуспении по Берчу, а также рекомендации по успешному завершению процедуры [31]. Робот-ассистированный метод выполнения данной операции безопасен и эффективен в качестве операции по борьбе с недержанием мочи. Недавно была специально разработана роботизированная платформа с использованием одного порта (SP) для хирургии с одним разрезом, что вновь вызвало интерес к этому подходу как потенциально обещающему более широкий спектр хирургического вмешательства [32]. Эта платформа предоставляет

хирургу те же возможности, что и многопортовая платформа da Vinci, за исключением того, что три многошарнирных инструмента с запястьем и артикуляционный эндоскоп 3D-HD вводятся через один порт. Усовершенствованная технология обеспечивает триангуляцию дистального инструмента, превосходный диапазон внутренних и внешних движений и многоквadrанный доступ на 360° через один разрез кожи длиной 2,5 см. Система da Vinci SP уже одобрена FDA для малоинвазивной урологии [33]. Данная методика успешно внедряется в гинекологическую практику [34].

Таким образом, к преимуществам роботизированной хирургии относят:

- ✓ трехмерный вид операционного поля высокой визуальной четкости на консоли [35];
- ✓ отсутствие у хирурга во время роботического вмешательства физиологического тремора, что не исключено при проведении других видов операций;
- ✓ продуманную эргономику – удобное сидячее положение, поддержка рук и головы хирурга-оператора, что избавляет от физического перенапряжения;
- ✓ наличие технологии Endo Wrist, позволяющей выполнять сложные хирургические маневры, аналогичные методам открытой хирургии, например наложение внутрикорпоральных швов и завязывание узлов;
- ✓ наличие у инструментов da Vinci семи степеней свободы и высокой амплитуды рабочей части (больше, чем у человеческой кисти), а также способности к изгибам на 90 градусов, благодаря чему обеспечивается маневренность и максимальная точность выполнения хирургических манипуляций [35];
- ✓ отсутствие необходимости больших разрезов. В результате снижаются объем кровопотери, частота послеоперационных болевых ощущений, а следовательно, частота приема болеутоляющих препаратов;
- ✓ более короткий срок пребывания в стационаре, быстрый период реабилитации;
- ✓ сохранение фертильности.

Однако существуют некоторые проблемы, связанные с продвижением роботизированной хирургии, например отсутствие консенсуса в отношении обучения хирургов. FDA требует одно-двухдневного обучения, чтобы подтвердить готовность хирурга использовать систему. Тем не менее сертификация не гарантирует, что он владеет всеми навыками для проведения полноценной операции. Еще одна проблема связана с затратами и громоздкостью роботизированной системы.

По мере увеличения частоты применения роботизированных хирургических технологий возрастает потребность в обучении молодых специалистов новым методам в этой сфере. Проводится множество исследований с целью создания эффективного учебного процесса для стажеров гинекологов-хирургов.

Рекомендуется использование двойной консоли при разработке учебных программ. Это позволит тщательно изучить все элементы роботизированной хирургии [36]. При использовании двойной консоли хирург-наставник может передать контроль над инструментами обучаемому в любое время. Это лишает модель (посмотреть и повторить), разработанную для ускорения кривой обучения, негативного влияния на время операции или результаты лечения [37, 38].

Систематический обзор, описывающий принципы обучения робототехнике, выявил положительное влияние на структурированный подход при использовании дидактического обучения, моделирования, наблюдения в режиме реального времени и прокторинга со стороны опытного хирурга [39]. Кроме того, существуют отдельные пошаговые видеокурсы/видеоруководства с описанием безопасных и эффективных методик проведения операции с помощью системы da Vinci. Например, в видеоролике A.R. Gargiulo и соавт. представлена новая техника лапароскопического иссечения и абляции эндометриом яичников посредством робот-ассистированной операции. Данная методика позволила добиться отличных хирургических, клинических и косметических результатов в отсутствие осложнений [40]. Подробные руководства существенно облегчают хирургам изучение новых методов и процедур. Именно за счет их применения на практике операции становятся менее сложными и более комфортными. Кроме того, основным преимуществом является ускорение кривой обучения хирурга.

В ряде работ описано применение различных типов хирургических симуляторов в качестве обучающего инструмента. Симуляционное обучение роботизированной хирургии необходимо перед внедрением навыков в клиническую практику во избежание неблагоприятных событий для пациентов. Симуляционное обучение должно быть мультимодальным, основанным на теоретическом и практическом обучении (с использованием симуляторов) [41]. Применение этих устройств считается безопасным и эффективным методом, позволяющим улучшить практические навыки обучаемых за счет создания более спокойных условий для обучения.

Хирургические симуляторы подразделяют на две группы: механические симуляторы и симуляторы виртуальной реальности (VR). Существует пять различных платформ VR-симуляторов: da Vinci Surgical Skills Simulator, Robotic Surgical Simulator (RoSS), SimSurgery Educational Platform (SEP), ProMIS и Mimic dV-Trainer. Все симуляторы, за исключением SEP, продемонстрировали ожидаемый образовательный эффект и, за исключением RoSS, реалистичность, контекстную и конструктивную валидность [42]. Симуляторы целесообразно применять лишь в начале обучения роботической хирургии будущих специалистов, которым необходимо освоить основные действия робота (движение

камеры, координация рук) [43]. Обучение должно состоять из двух блоков: поэтапного приобретения навыков и их проверки, чтобы убедиться в том, что обучающийся усвоил технику. Симуляционное обучение обладает наибольшим потенциалом для использования в качестве дополнительного инструмента обучения нового поколения роботических хирургов.

Необходимы более крупные многоцентровые исследования по оценке эффективности симуляторов в контексте обучения хирургов с оценкой корреляции

между тренингом, частотой хирургических осложнений и результатами лечения.

Вывод

Активное внедрение в клиническую практику медицинских роботов облегчает и повышает производительность труда врачей, а также улучшает результаты хирургических вмешательств [44]. Роботизированная хирургия малоинвазивна и доступна широкому кругу пациентов.

Авторы заявляют об отсутствии финансирования и конфликта интересов.

Литература

1. Reynolds R.K., Advincula A.P. Robot-assisted laparoscopic hysterectomy: technique and initial experience. *Am. J. Surg.* 2006; 191 (4): 555–560.
2. Gala R.B., Margulies R., Steinberg A., et al. Systematic review of robotic surgery in gynecology: robotic techniques compared with laparoscopy and laparotomy. *J. Minim. Invasive Gynecol.* 2014; 21 (3): 353–261.
3. Wang T., Tang H., Xie Z., Deng S. Robotic-assisted vs. laparoscopic and abdominal myomectomy for treatment of uterine fibroids: a meta-analysis. *Minim. Invasive Ther. Allied. Technol.* 2018; 27 (5): 249–224.
4. Lawrie T.A., Liu H., Lu D., et al. Robot-assisted surgery in gynaecology. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2019; 4 (4): CD011422.
5. Pitter M.C., Gargiulo A.R., Bonaventura L.M., et al. Pregnancy outcomes following robot-assisted myomectomy. *Hum. Reprod.* 2013; 28 (1): 99–108.
6. Xie S., Wood T.C., Dasgupta P., Aydin A. Robot assisted laparoscopic surgery in gynaecology: an evolving assistive technology. *Surg. Innov.* 2024; 31 (3): 324–330.
7. Tinelli A., Malvasi A., Hurst B.S., et al. Surgical management of neurovascular bundle in uterine fibroid pseudocapsule. *JSL.* 2012; 16 (1): 119–129.
8. Kiss I., Balog J., Papp Z. Current status on robotic assisted myomectomy. *Mini-invasive Surgery.* 2021; 5: 44.
9. Sheng Y., Hong Z., Wang J., et al. Efficacy and safety of robot-assisted laparoscopic myomectomy versus laparoscopic myomectomy: a systematic evaluation and meta-analysis. *World J. Surg. Oncol.* 2023; 21 (1): 230.
10. AAGL Advancing Minimally Invasive Gynecology Worldwide. AAGL position statement: route of hysterectomy to treat benign uterine disease. *J. Minim. Invasive Gynecol.* 2011; 18 (1): 1–3.
11. Liu H., Lu D., Wang L., et al. Robotic surgery for benign gynaecological disease. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2012; 2: CD008978.
12. Sarlos D., Kots L., Stevanovic N., et al. Robotic compared with conventional laparoscopic hysterectomy: a randomized controlled trial. *Obstet. Gynecol.* 2012; 120 (3): 604–611.
13. Soto E., Lo Y., Friedman K., et al. Total laparoscopic hysterectomy versus da Vinci robotic hysterectomy: is using the robot beneficial? *J. Gynecol. Oncol.* 2011; 22 (4): 253–259.
14. Kristensen S.E., Mosgaard B.J., Rosendahl M., et al. Robot-assisted surgery in gynecological oncology: current status and controversies on patient benefits, cost and surgeon conditions – a systematic review. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 2017; 96 (3): 274–285.
15. Mendivil A.A., Rettenmaier M.A., Abaid L.N., et al. Survival rate comparisons amongst cervical cancer patients treated with an open, robotic-assisted or laparoscopic radical hysterectomy: a five year experience. *Surg. Oncol.* 2016; 25 (1): 66–71.
16. Working Group of ESGE and SERGS. The role of minimally invasive radical hysterectomy for cervical cancer: ESGE-SERGS position document and joint statement. *Facts Views Vis. Obgyn.* 2020; 12 (1): 13–17.
17. Nezhat C., Lewis M., Kotikela S., et al. Robotic versus standard laparoscopy for the treatment of endometriosis. *Fertil. Steril.* 2010; 94 (7): 2758–2760.
18. Siesto G., Ieda N., Rosati R., Vitobello D. Robotic surgery for deep endometriosis: a paradigm shift. *Int. J. Med. Robot.* 2014; 10 (2): 140–146.
19. Vitobello D., Fattizzi N., Santoro G., et al. Robotic surgery and standard laparoscopy: a surgical hybrid technique for use in colorectal endometriosis. *J. Obstet. Gynaecol. Res.* 2013; 39 (1): 217–222.
20. Mosbrucker C., Somani A., Dulemba J. Visualization of endometriosis: comparative study of 3-dimensional robotic and 2-dimensional laparoscopic endoscopes. *J. Robot. Surg.* 2018; 12 (1): 59–66.
21. Collinet P., Leguevaque P., Neme R.M., et al. Robot-assisted laparoscopy for deep infiltrating endometriosis: international multicentre retrospective study. *Surg. Endosc.* 2014; 28 (8): 2474–2479.
22. Restaino S., Mereu L., Finelli A., et al. Robotic surgery vs laparoscopic surgery in patients with diagnosis of endometriosis: a systematic review and meta-analysis. *J. Robot. Surg.* 2020; 14 (5): 687–694.
23. Obino M.E.R., Papini F., Vergine F., et al. Endometriosis-related infertility: does surgery improve IVF outcomes? A single-center observational retrospective analysis. *Gynecol. Reprod. Endocrinol. Metab.* 2021.

24. Yang J., He Y., Zhang X., et al. Robotic and laparoscopic sacrocolpopexy for pelvic organ prolapse: a systematic review and meta-analysis. *Ann. Transl. Med.* 2021; 9 (6): 449.
25. Pilka R., Gágyor D., Študentová M., et al. Laparoscopic and robotic sacropexy: retrospective review of learning curve experiences and follow-up. *Ceska Gynekol.* 2017; 82 (4): 261–267.
26. Zhai L., Dong J., Wei L., et al. Procedures and technical considerations of robotic-assisted human uterus transplantation. *Arch. Gynecol. Obstet.* 2023. Feb; 307 (2): 643–651.
27. Vieira M.A., Souza C., Nobrega L., et al. Uterine transplantation with robot-assisted uterus retrieval from living donor: first case in Brazil. *J. Minim. Invasive Gynecol.* 2021; 28 (11): 1817.
28. Díaz-Feijoo B., Rius M., Gracia M., et al. Donor robotic-assisted laparoscopy for uterus transplantation. *Fertil. Steril.* 2022; 117 (3): 651–652.
29. Brännström M., Dahm-Kähler P., Kvarnström N., et al. Live birth after robotic-assisted live donor uterus transplantation. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 2020; 99 (9): 1222–1229.
30. Draaisma W.A., Nieuwenhuis D.H., Janssen L.W., Broeders I.A. Robot-assisted laparoscopic rectovaginopexy for rectal prolapse: a prospective cohort study on feasibility and safety. *J. Robot. Surg.* 2008; 1 (4): 273–277.
31. Francis S.L., Agrawal A., Azadi A., et al. Robotic Burch colposuspension: a surgical case and instructional video. *Int. Urogynecol. J.* 2015; 26 (1): 147–148.
32. Bianco F.M., Dreifuss N.H., Chang B., et al. Robotic single-port surgery: preliminary experience in general surgery. *Int. J. Med. Robot.* 2022; 18 (6): e2453.
33. Dobbs R.W., Halgrimson W.R., Talamini S., et al. Single-port robotic surgery: the next generation of minimally invasive urology. *World J. Urol.* 2020; 38 (4): 897–905.
34. Cela V., Freschi L., Simi G., et al. Robotic single-site hysterectomy: feasibility, learning curve and surgical outcome. *Surg. Endosc.* 2013; 27 (7): 2638–2643.
35. Ishikawa N., Watanabe G., Inaki N., et al. The da Vinci Surgical System versus the Radius Surgical System. *Surg. Sci.* 2012; 3 (7).
36. Green C.A., Mahuron K.M., Harris H.W., O'Sullivan P.S. Integrating robotic technology into resident training: challenges and recommendations from the front lines. *Acad. Med.* 2019; 94 (10): 1532–1538.
37. Intuitive Surgical. Da Vinci Si Optional Dual Console. 2016. http://intuitivesurgical.com/products/davinci_surgical_system/davinci_surgical_system_si/dualconsole.html.
38. Anand A., Gan C., Jensen R., Korndorffer J.R. Differences in coaching in single-versus dual-console robotic cases: a mixed-methods study. *Surg. Endosc.* 2024; 38 (10): 6008–6016.
39. Cristofari H., Jung M.K., Niclauss N., et al. Teaching and learning robotic surgery at the dual console: a video-based qualitative analysis. *J. Robot. Surg.* 2022; 16 (1): 169–178.
40. Gargiulo A.R., Feltmate C., Srouji S.S. Robotic single-site excision of ovarian endometrioma. *Fertil. Res. Pract.* 2015; 1: 19.
41. Bresler L., Perez M., Hubert J., et al. Residency training in robotic surgery: the role of simulation. *J. Visc. Surg.* 2020; 157 (3 Suppl 2): S123–S129.
42. Abboudi H., Khan M.S., Aboumarzouk O., et al. Current status of validation for robotic surgery simulators – a systematic review. *BJU Int.* 2013; 111 (2): 194–205.
43. Lallas C.D. Robotic VR simulation to measure competency: a step in the right direction. *Can. J. Urol.* 2016; 23 (1): 8167.
44. Адамян Л.В., Сибирская Е.В., Пивазян Л.Г. и др. Применение искусственного интеллекта в диагностике и лечении гинекологических заболеваний. Эффективная фармакотерапия. 2024; 20 (19): 88–95.

Robotics in Reproductive Medicine

L.V. Adamyan, PhD, Prof., Academician of RAS^{1,2}, Ye.V. Sibirskaya, PhD, Prof.^{1,3,4}, L.B. Obosyan⁵, L.G. Pivazyanyan², Ye.I. Krylova², V.A. Tarlakyanyan⁵, Z.U. Dzharullaeva²

¹ Russian University of Medicine

² V.I. Kulakov National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology

³ N.I. Pirogov Russian National Research Medical University

⁴ Russian Children's Clinical Hospital – a Branch of N.I. Pirogov Russian National Research Medical University

⁵ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

Contact person: Laura G. Pivazyanyan, laurapivazyanyan98@gmail.com

The article presents current data on the clinical application of robotic surgery in gynaecological diseases and the components of the da Vinci robotic system, describing the advantages and disadvantages of this type of surgical technology.

Keywords: robotics, robotic surgery, endometriosis, hysterectomy, laparoscopy, myomectomy