

# Робот-ассистированные операции в абдоминальной хирургии

Д.м.н., проф. А.В. ФЕДОРОВ, д.м.н., проф. А.Г. КРИГЕР, к.м.н. С.В. БЕРЕЛАВИЧУС, к.м.н. М.Г. ЕФАНОВ, к.м.н. Д.С. ГОРИН

## Robotic-assisted abdominal surgery

A.V. FEDOROV, A.G. KRIGER, S.V. BERELAVICHUS, M.G. EFANOV, D.S. GORIN

Институт хирургии им. А.В. Вишневского (дир. — акад. РАМН В.Д. Федоров), Москва

В Институте хирургии им. А.В. Вишневского с марта 2009 г. выполнено 10 операций с использованием роботизированного комплекса «да Винчи»: атипичные резекции печени (5 больных) по поводу непаразитарных кист и фибронодулярной гиперплазии; спленэктомия по поводу абсцедирующей непаразитарной кисты селезенки, дистальная резекция поджелудочной железы по поводу цистаденомы, адrenaлэктомия при аденоме надпочечника, резекция фундального отдела желудка по поводу гастроинтестинальной стромальной опухоли, левосторонняя гемиколэктомия при аденокарциноме нисходящей ободочной кишки. Первые операции показали, что для робот-ассистированных вмешательств требуется точная дооперационная локализация зоны вмешательства, что обеспечивает правильное расположение инструментов и аппаратуры роботического комплекса. Использование последнего позволяет добиться прецизионной работы инструментами, избежать физиологического тремора, обеспечивает идеальную малую травматичность. Для успешного выполнения робот-ассистированных операций необходимо приобретение навыка управления инструментами с консоли робота. При наличии опыта лапароскопических вмешательств овладение робот-ассистированными операциями ускоряется.

*Ключевые слова:* абдоминальная хирургия, роботизированная система «da Vinci», робот-ассистированные операции.

Since March 2009 10 operations were performed using the DaVinci robotic complex. Five liver resections were performed for nonparasitic hepatic cyst or fibronodular hyperplasia, one case of splenectomy — for nonparasitic spleen cyst abscess, distal pancreatic resection — for cystadenoma of the pancreas, adrenalectomy, gastric fundal resection — for gastrointestinal stromal tumor and one case of left hemicolectomy — for adenocarcinoma of the descending colon. The first robotic-assisted operations proved the need for exact preoperative localization of the operative area. It provides adequate disposition of the instruments and devices of the operative complex. The use of the robotic complex provides a precisional surgical technique, excludes physiological hand tremor and allows a minor traumaticity of the operation. The successful use of the DaVinci complex requires, though, certain skills of handling the instruments, using the robotic console.

*Key words:* abdominal surgery, DaVinci robotic system, robotic assisted surgery.

## Введение

Идея выполнения хирургических вмешательств с помощью робота зародилась в США в связи с возможной необходимостью оказания экстренной помощи космонавтам, а также во время боевых действий в труднодоступных регионах. Принцип выполнения операций является логическим развитием лапароскопического метода оперирования. По мере разработки этого направления оказалось, что роботизированное выполнение операций обладает рядом существенных преимуществ по сравнению, как с традиционным методом оперирования, так и лапароскопическими вмешательствами.

Начиная с 1999 г., когда американская компания «Intuitive Surgical» представила новую роботизированную систему под кодовым названием «да Винчи» («da Vinci»), робот-ассистированные вмешательства стали постепенно входить в практику многих хирургических стационаров по всему миру. Роботизированное выполнение операций является

новым техническим решением в различных отраслях хирургии. Четко прослеживается тенденция к увеличению количества и спектра выполняемых вмешательств с использованием робототехники [1, 3, 5].

На сегодняшний день стало очевидным, что выполнение сложных операций, требующих прецизионных действий в малых пространствах, существенно облегчается при использовании хирургического робота. В результате в США и странах Европы простатэктомия, нефрэктомия, резекция яичников, аортокоронарное шунтирование, адrenaлэктомия и ряд других вмешательств уже выполняются с использованием роботизированных комплексов [2, 4]. В абдоминальной хирургии не вызывает сомнений оправданность робот-ассистированной резекции прямой кишки; целесообразность выполнения других вмешательств пока не продемонстрирована. В связи с этим на первом этапе мы поставили перед собой цель очертить круг хирургических вмешательств, эффективность выполнения которых может быть улучшена за счет использования хирургического робота.

© Коллектив авторов, 2010

© Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова, 2010  
*Khirurgiia (Mosk) 2010; 1: 16*

<sup>1</sup>117998 Москва, Б. Серпуховская, д. 27

## Материал и методы

В Институте хирургии им. А.В. Вишневского с марта 2009 г. выполнено 10 операций с использованием роботизированного комплекса «да Винчи».

Все пациенты женщины в возрасте от 38 до 82 лет. 5 больным произведена атипичная резекция печени в объеме одного, двух или трех сегментов по поводу непаразитарных кист и фокально-нодулярной гиперплазии. Одной пациентке выполнена спленэктомия по поводу лимфангиомы селезенки. Еще одной больной произведена робот-ассистированная дистальная резекция поджелудочной железы, спленэктомия по поводу цистаденокарциномы. Адреналэктомия выполнена пациентке с эндотелиальной кистой надпочечника. Больной с гастроинтестинальной опухолью желудка произведена клиновидная резекция фундального отдела. Пациентке с опухолью (аденокарцинома) нисходящего отдела толстой кишки выполнена левосторонняя гемиколэктомия.

На дооперационном этапе все больные комплексно обследованы. Выполнялось УЗИ с дуплексным сканированием (ДС), компьютерная томография с болюсным усилением, магнитно-резонансная томография, эндоскопическое исследование верхних отделов пищеварительного тракта с эндосонографией, колоноскопия.

## Результаты и обсуждение

Продолжительность хирургических вмешательств варьировала от 5 (в начале освоения методики) до 1,5 ч. Сокращение длительности операций обусловлено меньшими временными затратами на установку и подключение робота по мере накопления опыта, а также приобретения навыков управления инструментами с консоли хирурга.

Робот-ассистированные операции выполнялись в специально оборудованной операционной, где разместились все компоненты роботизированного комплекса (рис. 1).

В идеале подводка газов, электрические розетки должны располагаться на потолочных консолях, что позволяет беспрепятственно перемещать тележку пациента вокруг операционного стола. Площадь операционной составила 35 квадратных метров. Меньший размер помещения не позволяет обеспечить нормальную работу роботизированного комплекса, бригады хирургов, анестезиологов, инженера.

Робот-ассистированные операции начинают с установки лапаропорта, роботизированных троакаров и ассистентского порта. Методика расположения роботических портов отличается от таковой при лапароскопических операциях. Основным критерием адекватности расположения роботических портов является достижение максимально возможной амплитуды движения манипуляторов («рук») робота

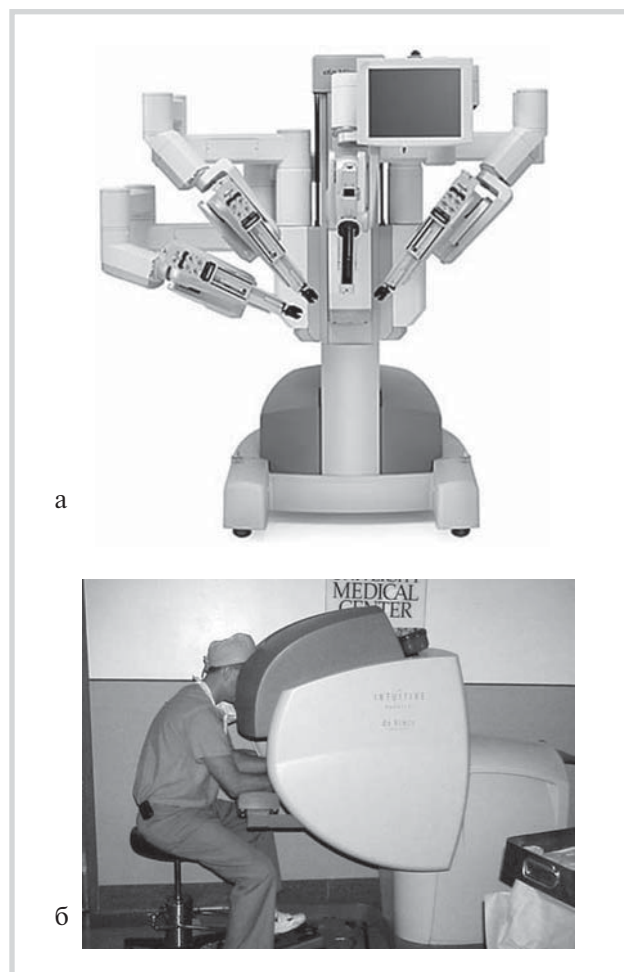


Рис. 1. Хирургический робот «да Винчи».

а — тележка пациента; б — консоль управления.

и отсутствие их «конфликта» — столкновения в крайних точках зоны хирургического воздействия.

Стандартной точкой для расположения лапаропорта является зона в области пупка. Из этой точки при правильном использовании всех возможностей «руки», несущей лапароскоп, осуществляется адекватный обзор большей части брюшной полости. Первые два роботических порта устанавливаются на максимально возможном удалении от лапаропорта. Расстояние между портом для лапароскопа и инструментальными портами должно быть не менее 12—15 см. Сокращение этого интервала приводит к ограничению свободы действия инструментов и «конфликту» между «руками» робота. В ситуациях, когда предполагается использовать три рабочие «руки», расстояние между портами приходится уменьшать, что ограничивает поле действия инструментов.

Кроме того, необходимо найти оптимальную точку для введения ассистентского порта. Место его введения выбирают таким образом, чтобы через него осуществлялся адекватный доступ инструментов (сшивающих аппаратов, зажимов) к области вмеша-

тельства. В качестве ассистентского порта мы используем 12-миллиметровый одноразовый троакар с универсальным клапаном, позволяющим применять инструменты разного диаметра.

При выполнении операций на верхнем отделе брюшной полости точки введения портов ограничиваются реберными дугами, при вмешательствах на нижних отделах — гребнями подвздошных костей. У пациентов с малой площадью передней брюшной стенки, у которых невозможно установить троакары на оптимальном расстоянии друг от друга, мы отказались от использования третьего манипулятора. Как показала практика, применение его в подобных ситуациях не дает должного эффекта из-за существенного ограничения свободы манипулирования инструментом, располагающемся на стороне третьего порта. Выход из такого положения мы видим в использовании дополнительного ассистентского порта и привлечении второго ассистента.

После введения портов начинают подготовку к стыковке портов и манипуляторов робота («докинг»). Для этого к операционному столу подкатывают тележку пациента. Приближение тележки пациента к операционному столу — важный и технически не простой этап подготовки к операции. Движение тележки осуществляется с использованием электромотора или вручную. На этапе освоения методики мы рекомендуем отказаться от применения электромотора в непосредственной близости от операционного стола, так как точно контролировать перемещение робота в различных направлениях на малое расстояние вручную значительно проще.

Расположив рабочую тележку в оптимальном положении, приступают непосредственно к «докингу».

Перед стыковкой манипуляторы робота следует вывести в положения несколько выше окончательного рабочего положения. Этот технический прием позволяет легче осуществить «докинг» без риска расстерилизовать манипуляторы и исключить этап ориентировочного позиционирования «рук» робота непосредственно над пациентом.

Адекватное соединение происходит только при правильном сопоставлении головки порта с фиксаторами «руки». Даже незначительное нарушение соосности порта и фиксатора не позволяет осуществить стыковку. Корректировка положения «руки» робота должна производиться без присоединенного троакара. При фиксированном в «руке» порте допустимо изменение положения только дистальной части манипулятора, так как при этом троакар не меняет положения относительно передней брюшной стенки. Активация проксимального колена манипулятора может привести к миграции порта и потребовать его повторного введения, что может повлечь за собой потерю герметичности брюшной полости.

Оптимальным вариантом стыковки является установка манипулятора в средней позиции. При

этом инструмент имеет максимальную свободу действия. При нарушении этого правила (стыковки в верхнем или нижнем положении), во время операции резко ограничивается движение инструмента в нижней или верхней части операционного поля. То же требование предъявляется в отношении манипулятора, несущего лапароскоп. Для получения максимального по площади изображения манипулятор, несущий лапароскоп, должен находиться в среднем положении.

Для достижения максимальной свободы действия при движении инструментами справа налево необходимо правильно выставить расстояние между дистальными коленами соседних манипуляторов. Оптимальной дистанцией является «окно» не менее 15 см в длину. Чем больше это расстояние, тем шире поле хирургических действий. Для увеличения площади работы инструментов можно отказаться от применения третьего манипулятора, что позволяет максимально «разнести» дистальные колена манипуляторов.

Важным моментом является правильное расположение кабелей световода и камер в конце процедуры стыковки. Фиксация указанных проводов в держателе манипулятора, несущего лапароскоп, является обязательным, но не единственным действием. Чрезвычайно важно расположить кабели таким образом, чтобы после активации и начала работы они не попали в «суставы» роботических манипуляторов, что неизбежно приводит к их механическому повреждению. В своей практике мы имеем печальный опыт повреждения в подобной ситуации изоляционного слоя световода, что потребовало в дальнейшем его замены.

Оптимальным местом для проведения световода и видеокабеля является поверхность проксимальных частей манипуляторов, т.е. сегментов находящихся во время операции в статическом положении. Для надежного крепления кабелей мы используем дополнительные бумажные фиксаторы с липкой поверхностью.

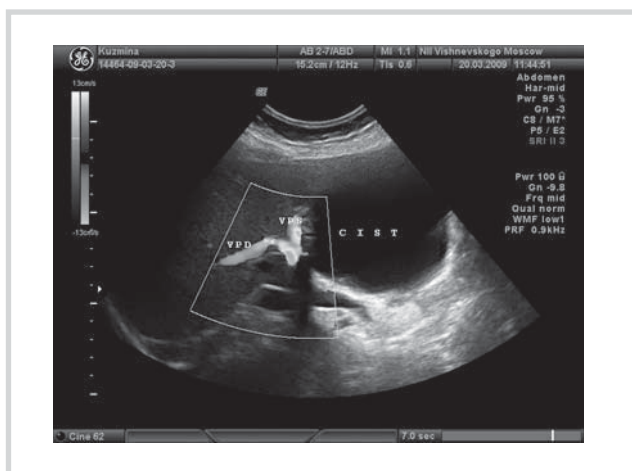
Изложенные рекомендации относятся к работе ассистентской бригады. Действия хирурга, находящегося за консолью управления, имеют индивидуальный характер и определяются в первую очередь практическими хирургическими навыками. С нашей точки зрения, хирургам, не владеющим опытом выполнения эндоскопических вмешательств, сложнее овладеть техникой робот-ассистированных вмешательств, так как технические приемы при том и другом способе оперирования схожи. Разница заключается в значительно более широких возможностях роботизированных инструментов.

В связи с этим первые хирургические вмешательства с использованием роботизированного комплекса «да Винчи» выполнялись у пациентов с заболеваниями, при которых в нашей клинике используется лапароскопическая техника.

*Большая К.*, 69 лет, госпитализирована с диагнозом: крупная непаразитарная киста печени. При УЗИ и ДС органов брюшной полости в проекции II—III сегментов печени определяется тонкостенное анэхогенное образование однородной структуры с ровными четкими контурами, размером 140×97 мм, аваскулярное в режиме цветового доплеровского картирования. Образование оттесняет желчный пузырь латерально, поджелудочную железу влево, желудок вверх. Воротная вена оттеснена и располагается по заднему медиальному контуру образования, на внепеченочной его части диаметром 10 мм, в области конfluence сдавлена, с признаками гемодинамически значимой компрессии. Левая ветвь воротной вены обгибает образование по латеральному контуру. Верхняя брыжеечная вена и собственная печеночная артерия располагаются по заднелатеральному контуру образования, общая печеночная артерия — по заднемедиальному контуру кисты (рис. 2). Заключение: непаразитарная киста левой доли печени с оттеснением желчного пузыря, поджелудочной железы, желудка. Гемодинамически значимая компрессия конfluence воротной вены, верхней брыжеечной вены.

Спиральная компьютерная томограмма органов брюшной полости: всю левую долю печени занимает киста размером 140×110 мм. Капсула толщиной до 1—2 мм. Ветви собственной печеночной артерии смещены кистой. Средняя печеночная вена сдавлена и смещена кнаружи, левая не дифференцируется. Желчный пузырь смещен кистой каудально и кнаружи (рис. 3). Заключение: непаразитарная киста левой доли печени со сдавлением и смещением печени, головки поджелудочной железы и желудка.

Интраоперационная картина: под наркозом пунктирована брюшная полость в области пупка, наложен пневмоперитонеум 10 мм рт.ст. II и III сегменты печени замещены кистозным образованием, верхний полюс которого оттесняет диафрагму, пра-



**Рис. 2.** Ультрасонограмма больной К. Киста печени, замещающая II и III сегменты.

вый распространяется за серповидную связку печени, оттесняя IV сегмент. Произведена пункция кисты, эвакуировано 500 мл прозрачного содержимого. В кистозную полость введено 250 мл 70% раствора спирта. Установлено два роботических порта для биполярного зажима и гармонических ножниц, а также один ассистентский троакар. Произведен «докинг». Спирт из кисты аспирирован.

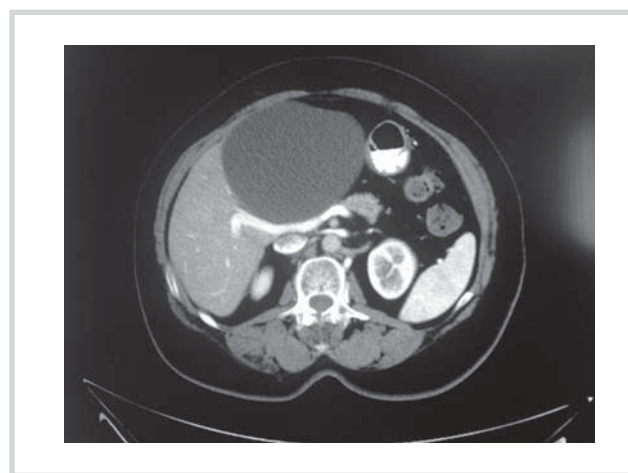
Капсула кисты толщиной до 2 мм. Резецирован участок кистозной капсулы. Срочное гистологическое исследование: фиброзная ткань. Произведена атипичная резекция II, III сегментов печени с помощью гармонических ножниц и эндоскопических сшивающих аппаратов. Оставшаяся часть внутренней оболочки кисты обработана аргоном. Резецированная оболочка кисты удалена из брюшной полости в контейнере. Больная выписана на 7-е сутки после операции.

*Большая Ж.*, 49 лет. Диагноз: кистозная лимфангиома селезенки.

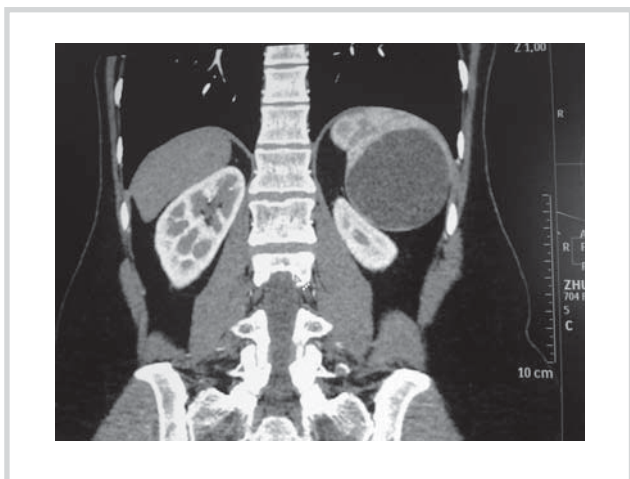
УЗИ и ДС органов брюшной полости: в проекции нижнего полюса селезенки располагается аваскулярное тонкостенное анэхогенное образование размером 72×63 мм с четкими ровными контурами и наличием тонкой гиперэхогенной перегородки; экзогенная взвесь заполняет весь просвет кисты. Заключение: киста нижнего полюса селезенки.

Спиральная компьютерная томография (СКТ) органов брюшной полости: в нижнем полюсе селезенки кистозное образование диаметром 71 мм, жидкостной плотности, не накапливающее контрастный препарат. Капсула тонкая, контуры ровные, кальцинатов в капсуле нет. Заключение: непаразитарная киста нижнего полюса селезенки (рис. 4).

Интраоперационная картина: в нижнем полюсе селезенки определяется киста с белесоватой плотной капсулой. Рядом с нижним полюсом располагается добавочная селезенка диаметром около 1,5 см. По верхнему контуру селезенки, обращенному к же-



**Рис. 3.** Спиральная компьютерная томограмма больной К. Киста печени, замещающая II и III сегменты, сдавливающая печеночные вены.

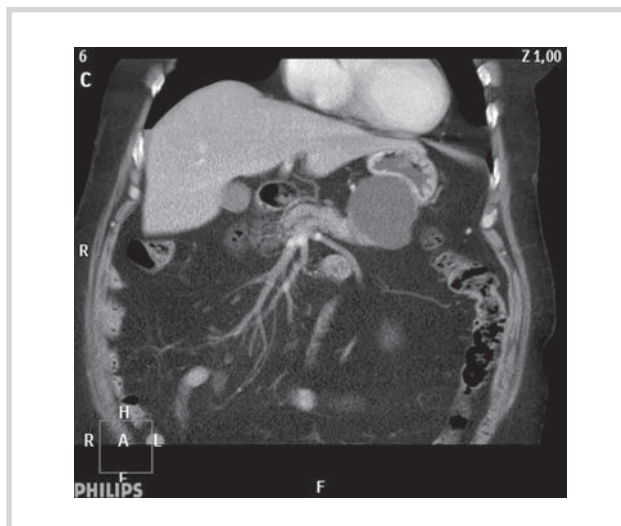


**Рис. 4.** Спиральная компьютерная томограмма больной Ж. Киста нижнего полюса селезенки.

лудку, определяются множественные разрастания ткани, напоминающие грануляции. При пункции полости кисты получено 150 мл гноевидной жидкости. Произведены мобилизация нижнего полюса селезенки, рассечение брюшины в области ворот и по медиальному контуру. Артерия в области нижнего полюса клипирована и пересечена. Сосудистая ножка обработана с помощью эндоскопического степлера и пересечена. При дальнейшей мобилизации верхнего полюса возникло кровотечение, при этом его источник четко не определялся. В течение 40 с выполнено отсоединение манипуляторов от троакаров. Через 4 мин произведена минилапаротомия в левом подреберье. Практически, полностью мобилизованная селезенка выведена на переднюю брюшную стенку, наложен зажим Федорова вдоль верхнего полюса, кровотечение остановлено, селезенка удалена. Дополнительная селезенка сохранена. Интраоперационная кровопотеря составила 300 мл. Морфологическое исследование стенок кисты: кистозная лимфангиома. Больная выписана через 9 дней после операции.

**Больная Ч.,** 68 лет. Диагноз: муцинозная цистаденокарцинома хвоста поджелудочной железы. УЗИ органов брюшной полости: в проекции хвоста поджелудочной железы определяется округлой формы кистозное образование с четкими ровными контурами и анэхогенным содержимым, размером 56×52 мм. Заключение: кистозное образование хвоста поджелудочной железы.

СКТ органов брюшной полости: в хвосте поджелудочной железы определяется образование с наличием кист и мягкотканого компонента, диаметром 60 мм, деформирующее малую кривизну желудка. Мягкотканый компонент образования размером 48×16 мм, медленно накапливает контрастное вещество. Селезеночная артерия не определяется, селезеночная вена с признаками прорастания. Прок-



**Рис. 5.** Спиральная компьютерная томограмма больной Ч. Кистозная опухоль хвоста поджелудочной железы.

симальные отделы железы не изменены. Проток поджелудочной железы не расширен. Воротная вена, чревный ствол в опухоль не вовлечены. Увеличенные лимфатические узлы не определяются (рис. 5). Заключение: кистозная опухоль (цистаденокарцинома) хвоста поджелудочной железы.

Интраоперационная картина: желудок в средней трети тела оттеснен опухолью кпереди. Печень обычного цвета и размера. Вскрыта и мобилизована до фундального отдела желудочно-ободочная связка за счет коагуляции гармоническим скальпелем и применения сшивающих аппаратов («Endo GIA Universal»). Желудок смещен вверх. На границе тела и хвоста поджелудочной железы кистозная опухоль размером 50×60 мм, фиксированная к задней стенке желудка. С помощью ультразвуковых ножниц опухоль отделена от желудка вместе с серозным покровом последнего. Произведена туннелизация позади тела поджелудочной железы, отступя 2 см от края опухоли; идентифицирована селезеночные артерия и вена. Железа, артерия и вена прошиты и пересечены с помощью сшивающего аппарата. Выполнена мобилизация в дистальном направлении тела и хвоста железы вместе с опухолью, окружающей клетчаткой и селезенкой. Произведена минилапаротомия в левом подреберье для удаления препарата в контейнере. На десерозированную заднюю стенку желудка наложены серозно-мышечные швы. Больная выписана через 12 дней после операции.

Первые робот-ассистированные операции, выполненные нами, вызвали неоднозначные впечатления. Абсолютно очевидна идеально точная передача движений пальцев хирурга на инструменты, фиксированные в манипуляторах робота. Система оснащена большим количеством блокировок от потенциально опасных действий, связанных с человеческим фактором.

При возникновении ситуации, требующей экстренного перехода к открытому хирургическому вмешательству, робот позволяет это сделать за считанные минуты, не подвергая риску здоровье пациента. Самым главным в таком случае является вовремя принятое хирургом решение о расстыковке и грамотные, четкие действия ассистентской и анестезиологической бригад.

Возможности манипуляторов и использование трехмерного изображения в сочетании с увеличением позволяют достаточно уверенно работать с сосудистыми и тканевыми структурами в малых анатомических пространствах. Большие преимущества дает функция трансформации обычных движений рук хирурга на консоли управления в микрохирургические манипуляции инструментов («Scaling»). Эта настройка позволяет более комфортно работать в условиях малого хирургического пространства и уменьшает риск случайного повреждения тканей от чрезмерного инструментального воздействия. Использование в качестве дополнения функции оптимизации трехмерного изображения («Working distance») при работе на большом или малом расстоянии от области хирургического воздействия также способствует увеличению прецизионности манипуляций.

В отличие от обычных лапароскопических операций, при которых имеется возможность свободно перемещать лапароскоп, осматривая любую область брюшной полости и работать там инструментами, при робот-ассистированных вмешательствах поле деятельности ограничено первичной настройкой системы на определенную зону. В результате операции, сопряженные с работой в разных отделах брюшной полости, выполнить с помощью робота довольно сложно. Оптимальным является использование хирургического робота в зоне одной анатомической области. Однако при правильном расположении троакарных, адекватной стыковке и грамотной работе ассистентов возможно расширение области хирургического воздействия. Это в свою очередь требует тщательного дооперационного анализа в каждом конкретном наблюдении с использованием данных клинического, компьютерно-томографического и ультразвукового методов исследования.

При анализе течения послеоперационного периода у всех пациентов отмечались практически полное отсутствие болевого синдрома и ранняя активизация. Это связано с высокой точностью воздействия роботических инструментов на ткани организма, исключением излишней травматизации в области операции и в точках введения портов на передней брюшной стенке. Последнее наблюдение, по нашему мнению, связано с отсутствием тракционного воздействия троакара на переднюю брюшную стенку за счет особых возможностей роботических манипуляторов и инструментов.

Затрудняет работу отсутствие возможности пальпаторной оценки состояния тканей, степени их натяжения или сдавления при наложении инструментов, однако с приобретением необходимого опыта эта специфика, по-видимому, не будет мешать работе. Мы видим несколько способов решения этой проблемы. Первым является постоянный визуальный контроль за тканями. При появлении признаков чрезмерного растяжения или компрессии необходимо немедленно уменьшить силу воздействия инструментов. Второй — использование на первых этапах функции трансформации движений («Scaling») в режимах fine (3:1) или ultra-fine (5:1). Третий — постоянные практические занятия с использованием муляжей.

К существенным недостаткам роботизированного комплекса хотелось бы отнести высокую стоимость системы и расходных материалов. Это является серьезным препятствием к широкому освоению и распространению данной технологии.

Роботизированная хирургия активно входит в повседневную практику крупных медицинских учреждений по всему миру. Разработка технических аспектов выполнения робот-ассистированных вмешательств, показаний к ним и специальных диагностических алгоритмов для пациентов с заболеваниями органов брюшной полости и забрюшинного пространства расширяет возможности миниинвазивной хирургии и является актуальной современной проблемой в рамках оказания высокотехнологичной медицинской помощи и развития телекоммуникационной медицины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Прудков М.И. Основы минимально инвазивной хирургии. Екатеринбург 2007; 56—60.
2. Cheah W.K., Lee B., Lenzi J.E. et al. Telesurgical laparoscopic cholecystectomy between two countries. Surg Endosc 2000; 14: 1085.
3. Felger J.E., Nifong L. The evolution of and early experience with robot assisted mitral valve surgery. Surg Laparosc Endosc Percutan Tech 2002; 12: 58—63.
4. Marescaux J., Leroy J., Rubino F. et al. Transcontinental robot-assisted remote telesurgery: feasibility and potential applications. Ann Surg 2002; 235: 487—492.
5. Satava R.M. Surgical robotics: the early chronicles: a personal historical perspective. Surg Laparosc Endosc Percutan Tech 2002; 12: 6—16.

Поступила 17.06.09