

Робот-ассистированная панкреатодуоденальная резекция: технические особенности и результаты 178 операций

Контакты:
Игорь Леонидович
Андрейцев
andreicev@mail.ru

А.В. Шабунин, И.Л. Андрейцев, М.М. Тавобилов, А.А. Карпов, А.В. Ланцынова, М.Н. Аладин,
Е.Б. Кудряш, К.А. Абрамов

ГБУЗ «Московский многопрофильный научно-клинический центр им. С.П. Боткина Департамента
здравоохранения г. Москвы»; Россия, 125284 Москва, 2-й Боткинский проезд, 5

Введение. Панкреатодуоденальная резекция остается одной из самых непростых операций в абдоминальной хирургии из-за технических трудностей и высокой частоты осложнений. Робот-ассистированная панкреатодуоденальная резекция (РПГДР) представляет собой минимально инвазивный подход, обеспечивающий повышенную точность и визуализацию.

Цель исследования – оценить безопасность РПГДР в лечении опухолей головки поджелудочной железы, большого дуоденального сосочка и дистального отдела общего желчного протока, а также детально описать технику данной операции.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ результатов 178 РПГДР, выполненных в ГБУЗ «Московский многопрофильный научно-клинический центр им. С.П. Боткина Департамента здравоохранения г. Москвы» с января 2013 г. по октябрь 2025 г. Все операции осуществлялись на роботических хирургических системах da Vinci моделей Si и Xi. Осложнения оценивались по классификации Clavien–Dindo и критериям ISGPS (International Study Group on Pancreatic Surgery, Международная группа исследователей в области хирургии поджелудочной железы).

Результаты. Средняя продолжительность операции составила $357 \pm 7,1$ мин, объем кровопотери – 174 ± 55 мл, частота конверсий – 2,8 % ($n = 5$). Тяжелые осложнения (III–V класса по классификации Clavien–Dindo) наблюдались у 35 (19,7 %) пациентов. Послеоперационная панкреатическая фистула имела место в 66,8 % случаев, послеоперационное кровотечение – в 7,3 %, гастростаз – в 6,2 %. Летальность составила 2,8 % ($n = 5$).

Заключение. РПГДР безопасна при условии проведения опытными хирургами: частота осложнений при РПГДР сопоставима с таковой при использовании открытой и лапароскопической техники. При этом робот-ассистированная операция в сравнении с другими техниками обеспечивает снижение кровопотери, что может благоприятно влиять на онкологические исходы. Необходимы дальнейшие рандомизированные исследования для подтверждения долгосрочных преимуществ.

Ключевые слова: робот-ассистированная хирургия, панкреатодуоденальная резекция, минимально инвазивная хирургия, рак поджелудочной железы, осложнения, летальность, кровопотеря, хирургическая техника

Для цитирования: Шабунин А.В., Андрейцев И.Л., Тавобилов М.М. и др. Робот-ассистированная панкреатодуоденальная резекция: технические особенности и результаты 178 операций. Медицинская робототехника 2025;1(Спецвыпуск):32–42.

DOI: <https://doi.org/10.63769/3033-6392-2025-1-1-32-42>

Robotic pancreatoduodenectomy: technical details and results of 178 operations

A.V. Shabunin, I.L. Andreytsev, M.M. Tavobilov, A.A. Karpov, A.V. Lantsynova, M.N. Aladin, E.B. Kudryash, K.A. Abramov

S.P. Botkin Moscow Multidisciplinary Scientific and Clinical Center, Moscow Healthcare Department; 5 2nd Botkinsky Drive, Moscow 125284, Russia

Contacts: Igor Leonidovich Andreytsev andreicev@mail.ru

Introduction. Pancreatoduodenectomy remains one of the most challenging procedures in abdominal surgery due to its technical complexity and high complication rate. Robotic pancreatoduodenectomy (RPD) is a minimally invasive approach that provides enhanced precision

and visualization. This study describes the surgical technique and evaluates outcomes of RPD performed at the S.P. Botkin Moscow Multidisciplinary Scientific and Clinical Center.

The aim of the study is to evaluate safety of RPD in treatment of tumors of the head of the pancreas, major duodenal papilla, and distal part of the common bile duct, and to provide detailed description of the technique.

Materials and methods. A retrospective analysis of 178 RPDs performed between January 2013 and October 2025 at the S.P. Botkin Moscow Multidisciplinary Scientific and Clinical Center of the Moscow Healthcare Department was conducted. All procedures were performed using the da Vinci Si/Xi robotic surgical systems. Complications were graded according to the Clavien–Dindo classification, and pancreas-specific complications were assessed using the International Study Group on Pancreatic Surgery (ISGPS) definitions.

Results. Mean operative time was 357 ± 7.1 min; mean blood loss was 174 ± 55 mL; conversion rate was 2.8 % ($n = 5$). Major complications (Clavien–Dindo grades III–V) occurred in 19.7 % ($n = 35$) of patients. Postoperative pancreatic fistula developed in 66.8 % of patients, post-pancreatectomy hemorrhage in 7.3 %, and gastroparesis in 6.2 %. Mortality was 2.8 % ($n = 5$).

Conclusion. RPD is feasible and safe in experienced hands, with an acceptable complication profile comparable to open and laparoscopic techniques. It is associated with reduced blood loss and has potential to improve oncological outcomes. Further randomized studies are needed to confirm its long-term benefits.

Keywords: robot-assisted surgery, pancreatoduodenectomy, minimally invasive surgery, pancreatic cancer, complications, mortality, blood loss, surgical technique

For citation: Shabunin A.V., Andreytsev I.L., Tavobilov M.M. et al. Robotic pancreatoduodenectomy: technical details and results of 178 operations. *Meditinskaya robototekhnika = Journal of Medical Robotics* 2025;1(Special issue):32–42. (In Russ.)

DOI: <https://doi.org/10.63769/3033-6392-2025-1-1-32-42>

ВВЕДЕНИЕ

Панкреатодуоденальная резекция (ПДР), выполняемая при опухолях головки поджелудочной железы, фатерова соска и дистального отдела холедоха, это одна из самых сложных операций в абдоминальной хирургии. Техническая сложность вмешательства обусловлена ретроперитонеальным расположением органа, близостью магистральных сосудов и необходимостью формирования нескольких анастомозов.

Первую лапароскопическую ПДР выполнили M. Gagner и A. Pomr в 1994 г., подтвердив принципиальную возможность минимально инвазивного подхода [1]. Дальнейшие исследования продемонстрировали его преимущества перед открытой операцией — уменьшение объема кровопотери, травматичности и длительности госпитализации [2]. Однако высокая сложность и большая продолжительность вмешательства ограничивали его широкое применение. Кроме того, в исследовании LEOPARD-2, результаты которого опубликованы в 2019 г., зафиксирована тенденция к большей летальности после лапароскопической ПДР по сравнению с открытой ПДР (10 % против 2 %). Исследователи отметили, что на результаты могли повлиять опыт, кривая обучения и количество выполняемых хирургом за год операций, вследствие чего внимание врачей сосредоточилось на вопросах обучения и стандартизации вмешательств [3].

Развитие роботических технологий стало следующим этапом эволюции минимально инвазивной хирургии поджелудочной железы. В 2001 г. P. Giulianotti

с коллегами впервые выполнил робот-ассистированную ПДР, продемонстрировав преимущества роботической платформы — трехмерную визуализацию, эргономичное управление инструментами и повышенную точность движений с их масштабированием [4]. Современные метаанализы показали, что результаты минимально инвазивных ПДР сопоставимы с результатами открытых ПДР при меньшем объеме кровопотери и меньшей частоте раневых инфекций [2].

В России первые лапароскопические ПДР выполнены в 2006–2007 гг. группой И. Е. Хатькова [5], а робот-ассистированные — в 2014–2015 гг. А. Г. Кригером и его командой [6]. К 2018 г. накоплен отечественный опыт более 200 полностью лапароскопических ПДР со снижением частоты осложнений и летальности (≤ 6 %) [5]. Робот-ассистированные вмешательства характеризовались не только сопоставимой радикальностью, но и снижением объема интраоперационной кровопотери при стабильных сроках госпитализации.

Однако различия в хирургической технике (гибридные или полностью роботизированные операции, варианты резекции и формирования анастомозов) затрудняют сравнение результатов и диктуют необходимость ее стандартизации.

Цель настоящего исследования — оценить безопасность полностью робот-ассистированной панкреатодуоденальной резекции (РПГДР) в лечении опухолей головки поджелудочной железы, большого дуоденального сосочка и дистального отдела общего желчного протока, а также детально описать технику

данной операции, принятую в ГБУЗ «Московский многопрофильный научно-клинический центр им. С.П. Боткина Департамента здравоохранения г. Москвы».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С января 2013 г. по октябрь 2025 г. выполнено 178 РПГДР. В исследуемую группу вошли пациенты с опухолями головки поджелудочной железы, фатерова соска, терминального отдела холедоха, а также с псевдотуморозной парадуоденальной формой хронического панкреатита с явлениями дуоденальной непроходимости.

Перед операцией тщательно оценивали резектабельность опухоли, исследовали анатомию сосудов для выявления атипичных вариантов, измеряли диаметр главного протока поджелудочной железы.

С 2023 г. все пациенты проходили стратификацию риска послеоперационных осложнений по интегральной шкале PD-ROBOSCORE [7].

Осложнения оценивались по классификации Clavien–Dindo [8] и критериям ISGPS (International Study Group on Pancreatic Surgery, Международная группа исследователей в области хирургии поджелудочной железы) [9].

Операционное оборудование и бригада были стандартными во всех случаях. Все вмешательства выполнялись с помощью роботизированной системы da Vinci моделей Si или Xi (Intuitive, США).

ТЕХНИКА ОПЕРАЦИИ

Подготовка к операции. Пациента укладывали на спину с разведенными ногами («французская» по-



Рис. 1 | Fig. 1

Положение пациента после докинга роботического комплекса перед выполнением робот-ассистированной панкреатодуоденальной резекции
Patient position after robotic complex docking prior to robotic pancreaticoduodenectomy

зиция). Операционный стол устанавливали в обратное положение Тренделенбурга с приподнятым головным концом ($\sim 15^\circ$) для улучшения экспозиции верхнего этажа. Хирург-ассистент размещался между ног пациента, тогда как стойка робота (patient cart) подводилась со стороны головного конца стола под углом $\sim 45^\circ$. Для предотвращения смещения пациента применяли фиксирующие упоры. После индукции анестезии и установки назогастрального зонда выполняли инфузию для создания карбоксиперитонеума (до 15 мм рт. ст.). После установки инструментария проводили докинг робота; среднее время подключения составляло не более 5 мин. Итоговое положение пациента и робота показано на рис. 1.

Расположение троакар. Использовали стандартную 5-троакарную конфигурацию: один 12-миллиметровый порт для эндоскопа, три роботических (8-миллиметровых) порта и один ассистентский (12-миллиметровый) порт. Дополнительно во всех случаях устанавливали второй ассистентский (5-миллиметровый) порт, что позволяло ассистенту работать двумя руками. Такой прием особенно важен при развитии кровотечения, когда манипуляции роботизированными инструментами ограничены. Расстановку портов выполняли под прямым лапароскопическим контролем через ассистентский канал после установки камеры. Основные порты располагались по дуге в правой верхней половине живота: обычно один чуть латеральнее пупка (камера), два — по среднеключичной линии справа, один — в эпигастрии слева от срединной линии. Ассистентские троакары размещались в левой мезогастральной области. Схема расположения троакарров представлена на рис. 2.

Инструментарий. На консоли хирурга использовали: двустворчатый диссектор (fenestrated bipolar forceps) для биполярной коагуляции, монополярные ножницы (hot shears), ультразвуковой диссектор (Harmonic ACE, Ethicon, США), иглодержатель (large needle driver) для шва и клипсапplikатор. Третья «рука» робота оснащалась зажимом (ProGrasp, Intuitive, США) для тракции. Ассистент работал обычными лапароскопическими инструментами: мягким зажимом («бабочкой»), аспиратором. Для гемостаза и лигирования сосудов применялись как полимерные клипсы Hem-o-lok (Weck, Германия), так и металлические клипсы, в зависимости от калибра сосуда и этапа вмешательства. Энергетические приборы позволяли сочетать прецизионную диссекцию и надежную остановку кровотечения, минимизируя интраоперационную кровопотерю.

Резекционный этап. Последовательность этапов была аналогична таковой при лапароскопической операции.

1. Доступ и ревизия. После проникновения в брюшную полость осматривали все ее отделы, в том числе

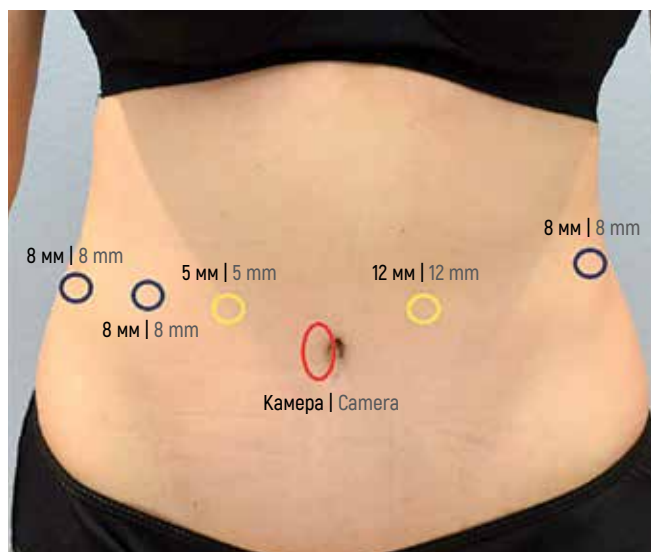


Рис. 2 | Fig. 2

Схема расположения троакаров на теле для проведения робот-ассистированной панкреатогастродуоденальной резекции. Синим цветом отмечены 8-миллиметровые роботические троакары, желтым – ассистентские, красным – троакар для роботической камеры (12-миллиметровый при использовании da Vinci модели Si или 8-миллиметровый при использовании модели Xi) Diagram of trocar locations on the body for robotic pancreatoduodenectomy. Blue color denotes 8-millimeter robotic trocars, yellow – assistant trocars, red – trocar for robotic camera (12-millimeter in the da Vinci model Si or 8-millimeter in the Xi model)

печень и брюшину, для исключения отдаленных метастазов и канцероматоза. Затем производили широкое открытие сальниковой сумки – разрез брюшины по краю поперечной ободочной кишки. Тело и антральный отдел желудка подтягивали вверх с помощью третьей «руки» робота (зажим ProGrasp фиксировал переднюю стенку желудка), что обеспечивало натяжение и удобный доступ к малому сальнику. Одновременно две рабочие «руки» (биполярный и ультразвуковой диссекторы) разделяли желудочно-ободочную связку по сосудистым аркадам, начиная от середины большой кривизны и направляясь к воротам селезенки. Этот этап открывал доступ к поджелудочной железе и верхней брыжеечной вене снизу. Ассистент создавал контртракцию за большой сальник и желудок, собирая кровь аспиратором.

2. Мобилизация двенадцатиперстной кишки (маневр Кохера). После обработки большого сальника выполняли стандартный маневр Кохера: брюшину по латеральному краю двенадцатиперстной кишки вскрывали и, сочетая тракцию кишки вверх и в медиальном направлении с диссекцией ультразвуковым скальпелем, отслаивали нисходящую часть двенадцатиперстной кишки и головку поджелудочной железы



Рис. 3 | Fig. 3

Этапы робот-ассистированной панкреатогастродуоденальной резекции. Клипирование gastродуоденальной артерии¹

Stages of robotic pancreatoduodenectomy. Clipping of the gastroduodenal artery¹

от забрюшинной клетчатки вплоть до уровня двенадцатиперстно-тощекишечного изгиба. Таким образом обнажались нижняя полая вена, правая почка, мочеточник, обеспечивался подход к головке поджелудочной железы снизу и визуализировалась верхняя брыжеечная вена по нижнему краю железы.

3. Скелетизация сосудистых структур. Для профилактики геморрагических осложнений особое внимание уделялось идентификации и раннему контролю ключевых сосудов: воротной и верхней брыжеечной вен, общей печеночной и gastродуоденальной артерий. У верхнего края поджелудочной железы острым и тупым путем выделяли печеночно-двенадцатиперстную связку. Выполняли мобилизацию общей и собственной печеночной артерии, лимфодиссекцию 8а, 8р и 9 групп лимфатических узлов, далее проводили мобилизацию gastродуоденальной артерии, затем накладывали на нее пластиковые клипсы Hem-o-lok XL (Weck, Германия) с двух сторон и пересекали ножницами (рис. 3). После этого ниже уровня пересечения gastродуоденальной артерии начинали формирование туннеля под перешейком поджелудочной железы: тупфером и биполярным диссектором осторожно отслаивали паренхиму железы от передней поверхности воротной вены (рис. 4). Как только появлялось «окно» между поджелудочной железой и веной, через него проводили эластический турникет – этап завершался полной мобилизацией перешейка поджелудочной железы над воротной веной. Наличие туннеля позволяло безопасно пересечь железу, не повредив воротную вену.

4. Пересечение желудка и проксимальных отделов тонкой кишки. Резекцию желудка выполняли на 5–6 см

¹Данная фотография и все следующие выполнены через роботическую камеру.

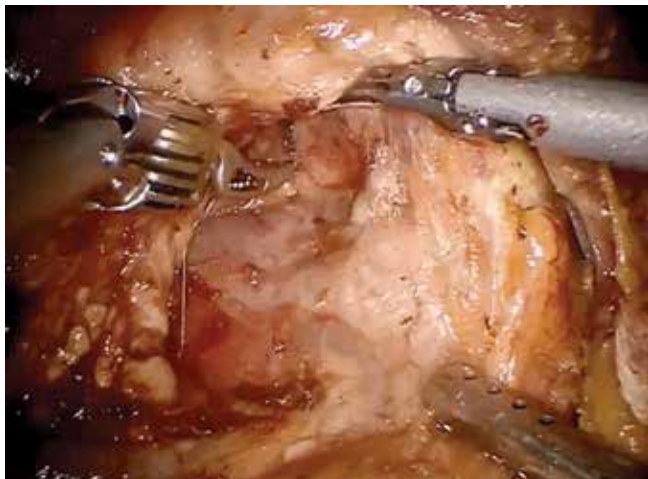


Рис. 4 | Fig. 4

Этапы робот-ассистированной панкреатогастродуоденальной резекции. Формирование туннеля между перешейком поджелудочной железы и воротной веной

Stages of robotic pancreatoduodenectomy. Formation of a tunnel between the neck of the pancreas and the portal vein

проксимальнее привратника. Для этого использовали 60-миллиметровый эндоскопический сшивающий степлер с синей или фиолетовой кассетой (рис. 5). Далее пересекали начальный отдел тощей кишки: после мобилизации связки Трейтца выводили петлю проксимальной тощей кишки в правый верхний квадрант через предварительно созданное окно позади сосудов (между брыжейкой поперечной кишки и верхней брыжеечной веной). Кишку пересекали 60-миллиметровым сшивающим степлером с синей или фиолетовой кассетой. Таким образом, дуоденально-тощекишечный



Рис. 5 | Fig. 5

Этапы робот-ассистированной панкреатогастродуоденальной резекции. Пересечение антрального отдела желудка линейным сшивающим степлером

Stages of robotic pancreatoduodenectomy. Transection of the stomach antrum with a linear stapler



Рис. 6 | Fig. 6

Этапы робот-ассистированной панкреатогастродуоденальной резекции. Пересечение поджелудочной железы

Stages of robotic pancreatoduodenectomy. Transection of the pancreas

переход пересекали на расстоянии ~15 см от связки Трейтца.

5. Пересечение поджелудочной железы. Уровень рассечения паренхимы определяли по расположению опухоли (обычно — перешеек поджелудочной железы, кпереди от воротной вены). Железу пересекали ультразвуковым диссектором по намеченной линии в непосредственной близости от проведенного турникета (рис. 6). В момент вскрытия главного протока его стенку иссекали «холодными» ножницами без коагуляции.

6. Выделение крючковидного отростка, холецистэктомия и пересечение желчного протока. Этот этап наиболее сложен технически, так как требует мобилизации глубоко расположенных тканей около верхней брыжеечной артерии и верхней брыжеечной вены. С помощью ультразвукового диссектора выполняли мобилизацию крючковидного отростка от поверхностей верхней брыжеечной артерии и верхней брыжеечной вены, двигаясь снизу вверх; попутно клипировали и нижние панкреатодуоденальные артериальные и венозные ветви. Ассистент обеспечивал тракцию резецируемого блока кверху и вправо. После отсечения крючковидного отростка продолжали мобилизацию печеночно-двенадцатиперстной связки с лимфодиссекцией 12p, 12a групп лимфатических узлов до обнажения общего желчного протока. Далее выполняли холецистэктомию, на желчный проток накладывали сосудистый зажим типа «бульдог», после чего общий желчный проток пересекали «холодными» ножницами (рис. 7). Из просвета желчного протока выполняли посев на микрофлору. После отсечения последних соединительнотканых волокон головки поджелудочной железы и двенадцатиперстная кишка оказывались полностью мобилизованы. Резецируемый органокomплекс: дистальный отдел желудка, двенадцатиперстную кишку,



Рис. 7 | Fig. 7

Этапы робот-ассистированной панкреатогастродуоденальной резекции. Пересечение общего желчного протока
Stages of robotic pancreatoduodenectomy. Transection of the common bile duct

головку и перешеек поджелудочной железы, желчный пузырь и дистальную часть холедоха — помещали в пластиковый эндоскопический экстракционный мешок. Важный технический нюанс: эвакуацию препарата из брюшной полости производили после наложения анастомозов через разрез по Пфанненштилю.

7. Формирование панкреатоэнтероанастомоза.

Во всех случаях формировали двухрядный панкреатоэнтероанастомоз по модифицированной технике Блумгарта. В главном протоке поджелудочной железы устанавливали мультиперфорированный стент. Швы накладывали с робот-ассистированием:

- 1) два U-образных шва через всю паренхиму поджелудочной железы и серозную оболочку тонкой кишки нитью Vicryl 4/0 с прямой иглой;
- 2) внутренний ряд — однорядный узловый шов нитью Prolene 4/0, внешний ряд — швы через капсулу поджелудочной железы и серозную оболочку тонкой кишки нитью Vicryl 4/0 (рис. 8).

8. Формирование гепатикоеюноанастомоза. Гепатикоеюноанастомоз накладывали на той же петле тонкой кишки примерно на 12–15 см ниже панкреатоэнтероанастомоза. Использовали однорядный узловый шов атравматической нитью PDS 4/0. Диаметр анастомоза соответствовал диаметру общего печеночного желчного протока (~1 см) (рис. 9).

9. Формирование гастроэнтероанастомоза производилось на отключенной по Ру кишке на отводящей петле по типу «конец в бок». В нашем центре предпочтение отдается механическому гастроэнтероанастомозу. Он осуществляется накладыванием линейного сшивающего аппарата на заднюю стенку желудка (рис. 10).



Рис. 8 | Fig. 8

Этапы робот-ассистированной панкреатогастродуоденальной резекции. Формирование панкреатоэнтероанастомоза
Stages of robotic pancreatoduodenectomy. Formation of a pancreatico-enteric anastomosis



Рис. 9 | Fig. 9

Этапы робот-ассистированной панкреатогастродуоденальной резекции. Формирование гепатикоеюноанастомоза
Stages of robotic pancreatoduodenectomy. Formation of a biliary-enteric anastomosis

10. Формирование энтероэнтероанастомоза между приводящей и отводящей петлями тощей кишки по стандартной схеме Ру (в 40–50 см от гастроэнтероанастомоза). Анастомоз накладывали по типу «бок в бок», техническое окно также закрывали путем механического прошивания отверстия.

Все анастомозы формировались с использованием робот-ассистированной техники и не потребовали конверсии.



Рис. 10 | Fig. 10

Этапы робот-ассистированной панкреатогастродуоденальной резекции. Формирование гастроэнтероанастомоза
Stages of robotic pancreaticoduodenectomy. Formation of a gastro-enteric anastomosis

Завершение операции. По окончании реконструкции устанавливали плоский мультиперфорированный силиконовый дренаж к гепатикоеюноанастомозу, второй дренаж оборачивали вокруг панкреатоэнтероанастомоза. Дренажи выводили через отдельные кожные контрапертуры, через ранее сформированные троакарные доступы.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Общие интраоперационные показатели. Робот-ассистированные резекции выполнены всем 178 пациентам; конверсия доступа потребовалась у 5 (2,8 %) пациентов. В 4 случаях причиной конверсии было интраоперационное кровотечение (требовавшее быстрой лапаротомии), в 1 — плотные инфильтративно-спаечные изменения в области головки поджелудочной железы на фоне хронического панкреатита, не позволившие безопасно выделить структуры печеночно-двенадцатиперстной связки.

Средняя продолжительность робот-ассистированной ПДР составила 357 мин. Кривые обучения продемонстрировали сокращение длительности операции по мере накопления опыта хирургами. Средний объем кровопотери не превышал 200 мл (174 ± 55 мл). Количество удаленных лимфатических узлов варьировало от 20 до 37 (в среднем 28), что соответствует адекватному объему лимфодиссекции. R0-резекция по гистологическим данным достигнута у 95,5 % пациентов. У 3 (1,7 %) пациентов потребовалась краевая резекция воротной вены.

Послеоперационные осложнения. У 104 (58,4 %) пациентов в послеоперационном периоде зарегистрированы те или иные осложнения, большинство из которых были легкими или средней тяжести. Тяжелые осложнения (III–V класса по классификации Clavien–Dindo) возникли после РПГДР у 35 (19,7 %) пациентов, в том

числе IIIa класса — у 19 (10,7 %), IIIb — у 6 (3,8 %), IV — у 5 (2,8 %), V — у 5 (2,8 %).

Среди специфических осложнений РПГДР (выделяемых по критериям ISGPS) наиболее частой оказалась панкреатическая фистула — у 119 (66,8 %) из 178 пациентов. Однако в большинстве случаев — в 91 (51,1 %) — фистулы соответствовали определению биохимической утечки (класс А, или BL по критериям ISGPS 2016 г.), не требовавшей вмешательства и самостоятельно проходившей в течение 1–2 нед. Клинически значимая панкреатическая фистула наблюдалась существенно реже: 23 (12,9 %) пациента имели фистулу класса В; у 5 (2,8 %) развилась тяжелая фистула класса С.

Послеоперационное кровотечение возникло у 13 (7,3 %) пациентов, из них у 8 (4,5 %) — класса А, у 3 (1,7 %) — класса В, у 2 — класса С.

Гастростаз наблюдался после РПГДР у 11 (6,2 %) пациентов, в том числе у 7 — класса А, у 4 — класса В. Класс С не встречался. Все случаи гастростаза успешно преодолены консервативно; ни один пациент не оперирован повторно по этой причине. Факторами риска развития гастростаза являлись сопутствующая клинически значимая панкреатическая фистула и длительное стояние абдоминальных дренажей.

ОБСУЖДЕНИЕ

Минимально инвазивные методики ПДР во многих исследованиях продемонстрировали результаты, сопоставимые с результатами открытой операции, при условии соблюдения онкологических принципов и проведения вмешательств в крупных медицинских центрах с высокопрофессиональными операционными бригадами [2, 10].

Так, Т. Kabir и соавт. выполнили метаанализ 4 рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) и 23 наблюдательных сравнительных исследований (всего 4945 пациентов). Он показал, что лапароскопическая ПДР и робот-ассистированная ПДР по периоперационным показателям не уступают открытой ПДР, а по ряду параметров даже превосходят ее. В частности, робот-ассистированный доступ сопровождается меньшей интраоперационной кровопотерей (в среднем на 210 мл меньше, чем при лапаротомии) и реже приводит к инфекциям послеоперационной раны (отношение шансов $\sim 0,35$ в сравнении с открытой операцией). Отмечено также снижение частоты гастропареза и сокращение длительности стационарного лечения при минимально инвазивных вмешательствах [2]. Эти преимущества, однако, проявляются при выполнении ПДР в специализированных центрах с большим потоком пациентов, где хирурги прошли достаточное обучение [10, 11].

Согласно систематическому обзору S.A. Sattari и соавт., лапароскопическая ПДР в руках опытных

хирургов крупных клиник столь же безопасна и эффективна, как открытая [12]. Напротив, недостаточная подготовка хирургической бригады и малый опыт выполнения операции могут нивелировать плюсы метода: например, в голландском РКИ LEOPARD-2 лапароскопическая ПДР ассоциировалась с тенденцией к повышенной 90-дневной летальности (10 % против 2 % при открытой операции, $p = 0,20$), из-за чего исследование было досрочно остановлено [3]. Этот тревожный сигнал снова подчеркнул необходимость стандартизации хирургической техники и достаточного обучения перед широким внедрением минимально инвазивной ПДР [10].

Робот-ассистированная хирургия стала следующим этапом развития ПДР, позволив преодолеть ряд ограничений лапароскопии. Появилась улучшенная трехмерная визуализация, был устранен тремор рук и повышена эргономичность движений, а главное — подвижность «рук» робота облегчила работу в узком ретроперитонеальном пространстве. P.C. Giulianotti с коллегами первым выполнил робот-ассистированную ПДР в 2001 г. [4]. Последующие исследования подтвердили применимость робот-ассистированной техники и сопоставимость ее онкологической радикальности с аналогичным показателем открытой операции [13]. При этом робот-ассистированный подход снижает частоту конверсий по сравнению с чисто лапароскопическим: в недавнем анализе Национальной базы онкологических данных США (National Cancer Database, 2010–2020) частота конверсии лапароскопии в лапаротомию при робот-ассистированной ПДР была значительно ниже, чем при ПДР без использования роботических комплексов [13]. Наша серия операций подтверждает этот вывод: конверсия потребовалась лишь у 2,8 % больных, что существенно меньше, чем сообщалось в первом пилотном РКИ EUROPA, в котором сравнили результаты робот-ассистированной и открытой ПДР (23 % конверсий) [14]. Такой низкий показатель отражает продуманную стратификацию пациентов и накопленный опыт нашей команды. Средняя длительность операции (357 мин) сопоставима с данными зарубежных центров на этапе стабилизации техники операции. Например, по данным A. Zureikat и соавт., длительность робот-ассистированной ПДР выходит на плато ~390 мин после выполнения ~240 операций [15]. В нашем центре наблюдалось аналогичное сокращение длительности по мере накопления опыта, что согласуется с общемировой тенденцией в обучении.

Анализируя качество выполненной резекции, следует отметить в нашей серии высокий процент R0-резекций (95,5 %) и достаточный объем лимфодиссекции (~28 лимфатических узлов). Эти показатели соответствуют данным научной литературы об открытых

и минимально инвазивных вмешательствах при опухолях панкреатодуоденальной зоны [2]. Ключевой принцип онкохирургии — радикальность — полностью соблюден при робот-ассистированном подходе. Более того, при необходимости сосудистых резекций робот-ассистированная техника позволяет выполнить их прецизионно и безопасно, что отмечают и зарубежные авторы. Например, в крупнейшей серии из 500 робот-ассистированных ПДР, опубликованной A. Zureikat и соавт., частота R0-резекций и количество удаленных лимфатических узлов не уступали аналогичным показателям открытых операций, а рост доли сосудистых резекций по мере накопления опыта не ухудшал результатов [15].

Частота послеоперационных осложнений в нашем исследовании находится на приемлемом уровне и сопоставима с данными литературы. Общая частота осложнений (42,1 %) попадает в диапазон 40–50 % — такая частота наблюдается в крупных сериях случаев и при открытых ПДР [15]. Частота тяжелых осложнений (III–V класса по классификации Clavien–Dindo) составила 19,7 %, что близко к показателю крупных центров: например, в серии Pittsburgh тяжелые осложнения наблюдались приблизительно у 24 % пациентов [15]. Госпитальная летальность в нашем центре (2,8 %) также не превышает мировые данные (2–5 %) [15].

Отдельного обсуждения требуют специфические осложнения операций на поджелудочной железе. Частота формирования клинически значимой панкреатической фистулы (класса В/С) в нашем исследовании составила 15,7 %, что сопоставимо с данными научной литературы. В метаанализах сообщается о сходной частоте возникновения панкреатической фистулы при открытой и малоинвазивной ПДР — 10–15 % [15]. При этом большинство фистул в нашем исследовании были «биохимическими утечками» (класса А) и разрешились консервативно, не повлияв на исходы. Это подчеркивает важность использования современного определения панкреатической фистулы и выделения клинически значимых типов несостоятельности панкреатоэнтероанастомоза. Частота послеоперационного кровотечения класса В/С в нашем исследовании (2,8 %) ниже, чем в среднем по данным литературы (8–10 %) [16]. Гастростаз наблюдался у 6,2 % пациентов, причем ни в одном случае не потребовалось повторного вмешательства. Данный показатель заметно ниже, чем в большинстве мировых публикаций (10–20 %) [16].

Различия в технических деталях, описанные в научных источниках, затрудняют прямое сравнение результатов разных центров. Отдельные бригады выполняют так называемые «гибридные» вмешательства (лапароскопическую резекцию с робот-ассистированной

реконструкцией), другие придерживаются полностью лапароскопической или роботизированной тактики [4]. Различаются и подходы к формированию панкреатоэнтероанастомоза: однорядный или двухрядный шов, методики Блумгарта или Wirsung-to-mucosa и т. д. Эти нюансы подтверждают необходимость стандартизации: только унификация ключевых этапов операции позволит объективно сопоставлять исходы и обучать новых специалистов [4].

Наконец, успешное внедрение робот-ассистированной ПДР немыслимо без централизованного подхода к обучению. Международный опыт (например, голландская программа LAELAPS) демонстрирует, что многоцентровое обучение и наставничество позволяют «второму поколению» хирургов осваивать робот-ассистированную ПДР без большого количества осложнений на начальном этапе [11]. М. Zwart и соавт. сообщают о достижении приемлемых результатов уже в первые годы работы новых центров при условии кураторства опытных хирургов [17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Робот-ассистированная панкреатодуоденальная резекция является закономерным этапом эволюции минимально инвазивной хирургии поджелудочной железы. Применение роботической платформы обеспечивает высокую точность диссекции в сосудистых зонах и лучшую прецизионность реконструктивного этапа при соблюдении онкологических принципов радикальности. В специализированных центрах РПГДР обеспечивает стабильные результаты и приемлемую частоту периоперационных осложнений.

Безопасное внедрение робот-ассистированной техники возможно при ее стандартизации, а также при отличной подготовке хирургической бригады и регламентации периоперационного ведения пациентов с использованием валидированных шкал стратификации риска послеоперационных осложнений. Лучшие результаты достигаются при концентрации операций в центрах с большим потоком пациентов, при наличии междисциплинарной бригады и четкого системного контроля качества медпомощи.

Литература | References

- Gagner M., Pomp A. Laparoscopic pylorus-preserving pancreaticoduodenectomy. *Surg Endosc* 1994;8(5):408–10. DOI: 10.1007/BF00642443
- Kabir T., Tan H.L., Syn N.L. et al. Outcomes of laparoscopic, robotic, and open pancreaticoduodenectomy: A network meta-analysis of randomized controlled trials and propensity-score matched studies. *Surgery* 2022;171(2):476–89. DOI: 10.1016/j.surg.2021.07.020
- Van Hilst J., de Rooij T., Bosscha K. et al. Laparoscopic *versus* open pancreaticoduodenectomy for pancreatic or periampullary tumours (LEOPARD-2): a multicentre, patient-blinded, randomised controlled phase 2/3 trial. *Lancet Gastroenterol Hepatol* 2019;4(3):199–207. DOI: 10.1016/S2468-1253(19)30004-4
- Giulianotti P.C., Mangano A., Bustos R.E. et al. Operative technique in robotic pancreaticoduodenectomy (RPD) at University of Illinois at Chicago (UIC): 17 steps standardized technique: Lessons learned since the first worldwide RPD performed in the year 2001. *Surg Endosc* 2018;32(10):4329–36. DOI: 10.1007/s00464-018-6228-7
- Хатьков И.Е., Цвиркун В.В., Израйлов Р.Е. и др. Лапароскопические операции на поджелудочной железе: 11-летний опыт специализированного центра. *Альманах клинической медицины* 2018;46(6):640–7. DOI: 10.18786/2072-0505-2018-466-640-647
- Khatkov I.E., Tsvirkun V.V., Izrailov R.E. et al. Laparoscopic interventions in the pancreas: an 11-year experience of a specialized center. *Almanakh klinicheskoy meditsiny = Almanac of Clinical Medicine* 2018;46(6):640–7. (In Russ.). DOI: 10.18786/2072-0505-2018-466-640-647
- Кригер А.Г., Берелавичус С.В., Горин Д.С. и др. Робот-ассистированная панкреатодуоденальная резекция. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова* 2015;(9):50–6. DOI: 10.17116/hirurgia2015950-56
- Kruger A.G., Berelavichus S.V., Gorin D.S. et al. Robot-assisted pancreaticoduodenectomy. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova = Pirogov Russian Journal of Surgery* 2015;(9):50–6. (In Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia2015950-56
- Napoli N., Cacace C., Kauffmann E.F. et al. The PD-ROBOSCORE: A difficulty score for robotic pancreaticoduodenectomy. *Surgery* 2023;173(6):1438–46. DOI: 10.1016/j.surg.2023.02.020
- Dindo D., Demartines N., Clavien P.A. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg* 2004;240(2):205–13. DOI: 10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae
- Bassi C., Marchegiani G., Dervenis C. et al. The 2016 update of the International Study Group (ISGPS) definition and grading of postoperative pancreatic fistula: 11 Years After. *Surgery* 2017;161(3):584–591. DOI: 10.1016/j.surg.2016.11.014. Erratum in: *Surgery* 2024;176(3):988–9. DOI: 10.1016/j.surg.2024.05.043
- De Graaf N., Emmen A.M.L.H., Ramera M. et al. Minimally invasive *versus* open pancreaticoduodenectomy for pancreatic and peri-ampullary neoplasm (DIPLOMA-2): study protocol for an international multicenter patient-blinded randomized controlled trial. *Trials* 2023;24(1):665. DOI: 10.1186/s13063-023-07657-7
- De Graaf N., Hilal M.A., Besselink M.G. Robotic pancreaticoduodenectomy: an ongoing exploration. *Lancet Reg Health Eur* 2024;39:100880. DOI: 10.1016/j.lanepe.2024.100880
- Sattari S.A., Sattari A.R., Makary M.A. et al. Laparoscopic *versus* open pancreaticoduodenectomy in patients with periampullary tumors: a systematic review and meta-analysis. *Ann Surg* 2023;277(5):742–55. DOI: 10.1097/SLA.0000000000005785

13. Wehrle C.J., Chang J.H., Gross A.R. et al. Comparing oncologic and surgical outcomes of robotic and laparoscopic pancreatoduodenectomy in patients with pancreatic cancer: a propensity-matched analysis. *Surg Endosc* 2024;38(5):2602–10. DOI: 10.1007/s00464-024-10783-1
14. Klotz R., Mihaljevic A.L., Kulu Y. et al. Robotic *versus* open partial pancreatoduodenectomy (EUROPA): a randomised controlled stage 2b trial. *Lancet Reg Health Eur* 2024;39:100864. DOI: 10.1016/j.lanepe.2024.100864
15. Zureikat A.H., Beane J.D., Zenati M.S. et al. 500 Minimally Invasive Robotic Pancreatoduodenectomies: One Decade of Optimizing Performance. *Ann Surg* 2021;273(5):966–72. DOI: 10.1097/SLA.0000000000003550
16. Joseph N., Varghese C., Lucocq J. et al. Network meta-analysis and trial sequential analysis of randomised controlled trials comparing robotic, laparoscopic, and open pancreatoduodenectomy. *Ann Surg Open* 2024;5(4):e507. DOI: 10.1097/AS9.0000000000000507
17. Zwart M.J.W., van den Broek B., de Graaf N. et al. The feasibility, proficiency, and mastery learning curves in 635 robotic pancreatoduodenectomies following a multicenter training program: “standing on the shoulders of giants”. *Ann Surg* 2023;278(6):e1232–41.

Вклад авторов | Authors' contributions

А.В. Шабунин: разработка концепции и дизайна исследования, общее научное руководство, участие в выполнении хирургических вмешательств, критический анализ и окончательное утверждение текста статьи;
 И.Л. Андрейцев: выполнение робот-ассистированных хирургических вмешательств, разработка и стандартизация хирургической техники, анализ клинических результатов, подготовка разделов «Материалы и методы» и «Техника операции»;
 М.М. Тавобилов: выполнение хирургических вмешательств, клиническое ведение пациентов, анализ периоперационных и послеоперационных осложнений, участие в интерпретации результатов исследования;
 А.А. Карпов: выполнение робот-ассистированных хирургических вмешательств, сбор и систематизация клинических данных, участие в анализе результатов исследования;
 А.В. Ланцынова: клиническое наблюдение и ведение пациентов в послеоперационном периоде, сбор данных о послеоперационных осложнениях, участие в подготовке раздела «Результаты»;
 М.Н. Аладин: ассистенция при выполнении робот-ассистированных операций, сбор, обработка и статистический анализ данных, участие в интерпретации результатов, подготовка разделов «Результаты» и «Обсуждение», написание и редактирование статьи;
 Е.Б. Кудряш: ассистенция при выполнении хирургических вмешательств, поиск и анализ научной литературы по теме исследования, участие в написании раздела «Обсуждение», редактирование текста статьи;
 К.А. Абрамов: участие в разработке дизайна исследования, методологическая поддержка, анализ исходов, редактирование статьи.
 A.V. Shabunin: study concept and design, overall scientific supervision, participation in surgical interventions, critical analysis and final approval of the article;
 I.L. Andreytsev: robot-assisted surgical interventions, development and standardization of the surgical technique, analysis of the clinical results, preparation of the “Materials and Methods” and “Surgical Technique” sections;
 M.M. Tavobilov: surgical interventions, clinical management of the patients, analysis of complications, participation in interpretation of the results;
 A.A. Karpov: robot-assisted surgical interventions, collection and systematization of clinical data, participation in interpretation of the study results;
 A.V. Lantsynova: clinical observation and patient management in the postoperative period, collection of the data on postoperative complications, participation in the “Results” section preparation;
 M.N. Aladin: assistance in robot-assisted surgical interventions; data collection, processing and statistical analysis, participation in interpretation of the results, preparation of the “Results” and “Discussion” sections, writing and editing of the manuscript;
 E.B. Kudryash: assistance in surgical interventions, search and analysis of scientific literature on the topic of the article, participation in the “Discussion” section preparation, manuscript editing;
 K.A. Abramov: participation in study design development, methodological support, analysis of oncological and surgical outcomes, manuscript editing.

ORCID авторов | ORCID of authors

А.В. Шабунин / A.V. Shabunin: <https://orcid.org/0000-0002-4230-8033>
 И.Л. Андрейцев / I.L. Andreytsev: <https://orcid.org/0000-0002-6756-9555>
 М.М. Тавобилов / M.M. Tavobilov: <https://orcid.org/0000-0003-0335-1204>
 А.А. Карпов / A.A. Karpov: <https://orcid.org/0000-0002-5142-1302>
 А.В. Ланцынова / A.V. Lantsynova: <https://orcid.org/0000-0002-9461-6791>
 М.Н. Аладин / M.N. Aladin: <https://orcid.org/0000-0001-9671-390X>
 Е.Б. Кудряш / E.B. Kudryash: <https://orcid.org/0000-0002-7870-808X>
 К.А. Абрамов / K.A. Abramov: <https://orcid.org/0000-0001-9871-114X>

Конфликт интересов | Conflict of interest

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
 The authors declare no conflict of interest.

Финансирование | Funding

Работа выполнена без спонсорской поддержки.
 The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов | Compliance with patient rights

Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

All patients gave written informed consent to participate in this study.

Статья поступила: | Article submitted: 01.10.2025.
Принята к публикации: | Accepted for publication: 11.10.2025.
Рецензия: | Peer reviewed: 05.11.2025 и 16.11.2025.
Опубликована онлайн: | Published online: 20.02.2026.