

Робот-ассистированные и лапароскопические операции при колоректальном раке: кривая обучения и непосредственные результаты

Р.А. Мурашко, Е.А. Ермаков, И.Б. Уваров

ГБУЗ «Клинический онкологический диспансер № 1» Минздрава России; Россия, 350040 Краснодар, ул. Димитрова, 146

Контакты: Иван Борисович Уваров ivarovivan@yandex.ru

Цель исследования — сравнительная оценка периоперационных параметров и непосредственных результатов робот-ассистированных (РА) и лапароскопических (ЛС) вмешательств при колоректальном раке (КРР) в зависимости от фаз кривой обучения (КО).

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ хирургического лечения 200 пациентов с КРР, которым выполнены радикальные РА ($n = 77$) и ЛС ($n = 123$) вмешательства. Фазы КО оценены методом кумулятивной суммы (CUSUM — cumulative sum).

Результаты. РА операции оказались сопоставимы с ЛС по средней величине кровопотери, частоте конверсий, но отличались большей продолжительностью ($237,5 \pm 74,9$ мин против $213,5 \pm 73,1$ мин; $p = 0,024$). Течение послеоперационного периода и патоморфологические показатели при обоих типах операций не имели статистически значимых различий. КО для РА операций составила 46 случаев, для ЛС операций — 54 случая. При оценке периоперационных параметров в зависимости от фазы КО для РА операций выявлено статистически значимое уменьшение общей продолжительности вмешательства и его этапов (докинга и консольного). Другие показатели существенно не различались между фазами КО. В группе ЛС операций также отмечено уменьшение продолжительности вмешательства после прохождения 1-й фазы КО, а также статистически значимое уменьшение величины интраоперационной кровопотери ($140,9 \pm 68,8$ мл в 1-й фазе; $108,1 \pm 67,8$ мл во 2-й фазе; $p = 0,009$). Все случаи конверсии в ЛС группе отмечались в 1-й фазе КО ($p = 0,047$). Параметры послеоперационного периода для ЛС вмешательств не зависели от фазы КО. Статистически значимого различия при анализе патоморфологических показателей между фазами КО для обоих типов операций не отмечено.

Выводы. КО для РА операций короче, чем для ЛС. Существенных различий в периоперационных параметрах и послеоперационных результатах между типами вмешательств и между фазами КО не отмечено.

Ключевые слова: колоректальный рак, лапароскопическая хирургия, робот-ассистированная хирургия, кривая обучения

DOI: 10.17650/2220-3478-2017-7-3-25-34

Robotic and laparoscopic surgeries for colorectal cancer: learning curve and short-term outcomes

R.A. Murashko, E.A. Ermakov, I.B. Uvarov

Regional Oncological Center of Krasnodar, Ministry of Health of Russia; 146 Dimitrova St., 350040 Krasnodar, Russia

Objective: comparative evaluation of perioperative clinicopathologic characteristics and short-term outcomes of robotic and laparoscopic surgeries for colorectal cancer (CRC), depending on the phases of the learning curve.

Materials and methods. Patients who underwent robotic or laparoscopic surgeries were compared retrospectively ($n = 77$ and $n = 123$ respectively). Cumulative sum (CUSUM) was used to evaluate the learning curve.

Results. Robotic operations were comparable with laparoscopic in the average blood loss and conversion rate, but differed in the longer duration (237.5 ± 74.9 min versus 213.5 ± 73.1 min, $p = 0.024$). The short-term outcomes and pathomorphological characteristics were not significantly different in both procedures. According to CUSUM, the learning curve of robotic surgery was the 46 cases and of laparoscopic surgery was the 54 cases. Comparison between 1st phase and 2nd phase in the robotic group showed significant difference in the total operation time and in docking and surgeon console time. Other perioperative characteristics did not differ significantly between the phases of the learning curve. For the laparoscopic group, there was also a decrease in the operation time after the 1st phase of the learning curve, as well as a statistically significant decrease in intraoperative blood loss (140.9 ± 68.8 ml for 1st phase versus 108.1 ± 67.8 ml for 2nd phase, $p = 0.009$). All cases of conversion in the laparoscopic group were in the 1st phase of the learning curve ($p = 0.047$). Comparison between 1st phase and 2nd phase for laparoscopic surgery showed no significant difference for the short-term outcomes. Pathologic outcomes were not significantly different in both procedures and phases.

Conclusions. The learning curve for robotic surgery was shorter than for laparoscopic surgery. There were no significant differences in perioperative clinicopathologic characteristics and short-term outcomes in both procedures and phases of the learning curve.

Key words: colorectal cancer, laparoscopic surgery, robotic surgery, learning curve

Введение

Современный этап развития хирургии колоректального рака (КРР) характеризуется широким внедрением малоинвазивных технологий. Проведенные в последнее 10-летие исследования по оценке клинической результативности лапароскопической (ЛС) хирургии КРР (COST, COLOR, CLASSICC, JCOG, COLOR-II) показали, что ЛС операции безопасны и не уступают открытым по радикальности [1–6]. Одним из перспективных направлений развития малоинвазивной хирургии стало внедрение в практику робот-ассистированных (РА) операций с использованием хирургического комплекса da Vinci (Intuitive Surgical, США). К преимуществам этой системы относят трехмерное стабильное изображение операционного поля с возможностью большого увеличения, возможность работы 3 манипуляторами — «руками», оснащенными инструментами с 7 степенями свободы, отсутствие тремора, возможность масштабирования амплитуды движений, эргономичное положение хирурга за консолью. Со времени первой публикации, посвященной использованию РА операций в колоректальной хирургии [7], доказаны приемлемость и безопасность этой технологии при КРР [8–11]. В отечественной научной литературе имеется небольшое число публикаций, посвященных применению РА и ЛС технологий при КРР, что побудило нас проанализировать опыт внедрения малоинвазивной хирургии КРР в условиях регионального онкологического центра.

Цель настоящего исследования — сравнительная оценка периоперационных параметров и непосредственных результатов РА и ЛС вмешательств при КРР, сравнительный анализ кривой обучения (КО) при внедрении малоинвазивных методик в хирургию КРР, а также периоперационных параметров и непосредственных результатов в зависимости от фаз КО при РА и ЛС операциях.

Материалы и методы

В основу работы положен ретроспективный анализ хирургического лечения пациентов с КРР, которым выполнены радикальные РА и ЛС вмешательства. РА операции были проведены в период с января 2015 г. по июнь 2017 г. в ГБУЗ «Клинический онкологический диспансер № 1» г. Краснодара одной бригадой хирургов, обладающей опытом ЛС вмешательств при КРР. ЛС операции выполнены в том же учреждении в период 2011–2016 гг. этим же коллективом специалистов. Показанием к операции во всех случаях была морфологически верифицированная аденокарцинома ободочной кишки и прямой кишки (ПК).

РА операции выполняли с помощью роботической хирургической системы da Vinci Si (Intuitive Surgical, США). При вмешательствах по поводу аденокарциномы ПК применяли методику единого докинга (single docking), во время операции меняли позиции

роботических троакаров и рук робота на разных этапах без изменения положения консоли пациента. Применялась стандартизированная для обеих групп оперативная техника, которая описана ранее [12].

Критерии оценки включали общую продолжительность операции, для РА операций — время докинга и консольное время, кровопотерю, срок пребывания пациента в стационаре, частоту и характер осложнений, частоту конверсий. Для оценки онкологической адекватности использовали критерии, полученные при патогистологическом исследовании препарата: циркулярную границу резекции, дистальный клиренс, количество удаленных лимфатических узлов. Для анализа КО применяли метод кумулятивной суммы (CUSUM — cumulative sum) для времени операции, который позволяет выделить и количественно оценить КО. Изначально CUSUM применяли в контроле качества производственного процесса [13], в хирургии же он полезен для выявления устойчивых тенденций изменения индивидуальных показателей в сравнении с общим значением показателя, в нашем случае — времени операции [14]. Кумулятивную сумму вычисляли по формуле:

$$CUSUM = \sum (X - T),$$

где X — продолжительность каждой операции, T — средняя продолжительность операции в целом по группе, $\sum$ — сумма. Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием программного пакета для статистического анализа Statistica 6.0 (StatSoft, США). Использовали методы описательной статистики с вычислением средних значений, стандартного отклонения и стандартной ошибки среднего. При сравнении групп по количественным признакам использовали t -критерий Стьюдента для независимых групп. Сравнение групп по качественным бинарным признакам проводили с использованием критерия согласия Пирсона (χ^2). Уровень статистической значимости считали достоверным при $p < 0,05$.

Результаты

В исследование были включены данные 200 пациентов, из них 77 больным были выполнены РА вмешательства, 123 — ЛС вмешательства. Группы пациентов не имели статистически значимых различий по возрастному и половому составу, частоте сопутствующих патологий (табл. 1). По локализации опухоли группу РА операций характеризовала более высокая доля пациентов с аденокарциномой ПК (58,4 % против 37,4 % в группе ЛС операций, $p = 0,005$), статистически значимых различий по стадии, гистологическому строению и размерам опухоли между группами не отмечено.

Характер выполненных вмешательств представлен в табл. 1. В группе РА операций отмечен более высокий процент низкой передней резекции ПК по сравнению с группой ЛС операций, при этом брюшно-

Таблица 1. Общая характеристика оперированных пациентов и выполненных вмешательств

Table 1. General characteristics of operated patients and the types of the performed surgeries

Показатель Parameter		Робот-ассистированные операции (n = 77) Robotic surgeries (n = 77)	Лапароскопические операции (n = 123) Laparoscopic surgeries (n = 123)	p
Возраст пациентов, средн. (мин.—макс.), лет Age of patients, avg. (min.—max.), years		58,4 ± 13,4 (20–88)	58,1 ± 11,1 (28–82)	0,801
Пол, n (%) Gender, n (%)	мужской male	32 (41,5)	56 (45,5)	0,768
	женский female	35 (58,5)	67 (54,5)	
Индекс массы тела, средн. (мин.—макс.) Body mass index, avg. (min.—max.)		26,8 ± 5,3 (15,5–45,5)	25,4 ± 4,0 (16,9–36,3)	0,036
Локализация опухоли, n (%) Tumor localization, n (%)	правая половина, поперечная ободочная кишка right half, transverse colon	8 (10,4)	23 (18,7)	0,159
	селезеночный изгиб, нисходящая ободочная кишка splenic flexure, descending transverse colon	1 (1,3)	6 (4,9)	0,253
	сигмовидная ободочная кишка sigmoid colon	18 (23,3)	36 (29,3)	0,414
	ректосигмоидный отдел ectosigmoid junction	5 (6,5)	12 (9,7)	0,603
	прямая кишка rectum	45 (58,4)	46 (37,4)	0,005
Стадия TNM, n (%) TNM stage, n (%)	T1	7 (9,1)	6 (4,9)	0,253
	T2	13 (16,9)	21 (17,1)	0,988
	T3	54 (70,1)	87 (70,7)	0,999
	T4	3 (3,9)	9 (7,3)	0,980
	N0	56 (72,7)	89 (72,4)	0,998
	N+	21 (27,3)	34 (27,6)	
Гистологическое строение опухоли, n (%) Histological structure of the tumor, n (%)	аденокарцинома высокодифференцированная well-differentiated adenocarcinoma	11 (14,5)	8 (6,5)	0,083
	аденокарцинома умереннодифференцированная moderately differentiated adenocarcinoma	64 (84,2)	100 (81,3)	0,851
	аденокарцинома низкодифференцированная poorly differentiated adenocarcinoma	1 (1,3)	6 (4,9)	0,253
	другое other	0 (0)	9 (7,3)	0,014
Размер опухоли, средн. (мин.—макс.), см Tumor size, avg. (min.—max.), cm		3,9 ± 1,4 (1,0–7,5)	4,3 ± 1,5 (1,0–8,0)	0,063
Тип операции, n (%) Type of surgery, n (%)	правосторонняя гемиколэктомия right hemicolectomy	6 (7,8)	23 (18,7)	0,617
	резекция сигмовидной кишки sigmoid resection	17 (22,1)	34 (27,5)	0,409
	левосторонняя гемиколэктомия left hemicolectomy	3 (3,9)	9 (7,3)	0,327
	передняя резекция прямой кишки anterior rectal resection	28 (36,4)	33 (26,8)	0,159
	низкая передняя резекция прямой кишки low anterior rectal resection	22 (28,6)	6 (4,9)	<0,001

Окончание табл. 1

End of the table 1

Показатель Parameter		Робот-ассистирован- ные операции (n = 77) Robotic surgeries (n = 77)	Лапароскопические опе- рации (n = 123) Laparoscopic surgeries (n = 123)	p
Тип операции, n (%) Type of surgery, n (%)	брюшно-промежностная экстирпация прямой кишки abdominal-perineal extirpation of the rectum	0	17 (13,8)	<0,001
	брюшно-анальная резекция прямой кишки abdominal-anal resection of the rectum	1 (1,3)	0	0,385
	субтотальная колэктомия subtotal colectomy	0	1 (0,8)	0,999
Комбинированные операции, n (%) Combined surgeries, n (%)		4 (5,2)	6 (4,9)	0,999
Число выполненных первичных анастомозов, n (%) Number of primary anastomoses performed, n (%)		74 (96,1)	102 (82,9)	0,006
Число выполненных концевых колостом, n (%) Number of end colostomies performed, n (%)		3 (3,9)	21 (17,1)	
Число выполненных превентивных стом, n (%) Number of preventive stomas performed, n (%)		28 (36,4)	26 (21,1)	0,022

промежностная экстирпация в группе РА операций не выполнялась ни в одном случае. Как следствие, группа РА операций характеризовалась более высоким процентом выполнения первичного колоректального анастомоза (96,1 % по сравнению с 82,9 % в группе ЛС операций, $p = 0,006$) и, соответственно, меньшей долей операций с созданием концевой колостомы. Превентивная стома (илео- или трансверзостома) была сформирована у 28 (36,4 %) пациентов после РА операций и у 26 (21,1 %) после ЛС операций ($p = 0,022$), такая разница объясняется более высокой долей выполнения низкой передней резекции в группе РА операций. При анализе подгрупп пациентов, оперированных в объеме передней резекции ПК, различий в частоте выполнения превентивной стомы не отмечено (54,9 и 46,4 % соответственно).

Пик показателя CUSUM для группы РА операций пришелся на 46-й случай (CUSUM 989,1 мин), для группы ЛС операций – на 54-й случай (CUSUM 2086,3 мин), таким образом, 1-я фаза КО для РА операций (46 вмешательства) несколько короче, чем для ЛС (54 вмешательства) (см. рисунок).

Оценка периоперационных параметров в целом по группам (табл. 2) показала, что средняя длительность РА операций больше, чем ЛС операций ($237,5 \pm 74,9$ мин против $213,5 \pm 73,1$ мин, $p = 0,024$). Значения интраоперационной кровопотери статистически значимо не различались. Конверсия на лапаротомию произведена у 3 (3,9 %) пациентов в группе РА операций и у 3 (2,9 %) пациентов в группе ЛС. Течение послеоперационного периода в группе РА вмешательств не имело существенных различий с группой ЛС вмешательств. Осложнения в послеоперационном

периоде в группе РА операций развились у 8 (10,4 %) пациентов, в группе ЛС – у 6 (4,9 %), частота несостоятельности колоректального анастомоза статистически не различалась между группами. Послеоперационной летальности в группе ЛС операций не наблюдалось, в группе РА операций умер 1 пациент (причина смерти – тромбоэмболия легочной артерии). Срок пребывания пациента в стационаре после РА и ЛС операций не различался. В послеоперационном периоде после РА операций отмечено более быстрое восстановление функции кишечника.

Оценку патоморфологических показателей удаленного препарата провели в подгруппах пациентов, оперированных по поводу аденокарциномы ПК (табл. 3). В обеих подгруппах в большинстве случаев диагностирована аденокарцинома с преобладанием умеренной степени дифференцировки. Размеры опухоли статистически значимо не различались. Опухолевого роста в проксимальном и дистальном краях препарата не обнаружено ни в одном случае. Хирургический клиренс после РА операций составил $3,2 \pm 1,1$ см, после ЛС операций – $2,3 \pm 1,2$ см (различия статистически не значимо). Качество мезоректумэктомии после РА операций в 94,1 % случаев оценено как отличное, без повреждения мезоректальной фасции; в 94,1 % случаев микроскопически подтвержден R0 край резекции. В группе ЛС операций показатели качества мезоректумэктомии (92,8 %) и частоты R0-резекции (89,3 %) статистически значимо не различались. Количество исследованных лимфатических узлов не различалось между группами ($13,6 \pm 3,7$ при РА операциях и $13,8 \pm 3,8$ при ЛС операциях).

Согласно графикам CUSUM (см. рисунок) серии операций были разделены на подгруппы соответственно

Таблица 2. Характеристика периоперационных показателей и непосредственных результатов операций в группах робот-ассистированной и лапароскопической хирургии

Table 2. Characteristics of perioperative parameters and direct results of surgeries in groups of robotic and laparoscopic surgery

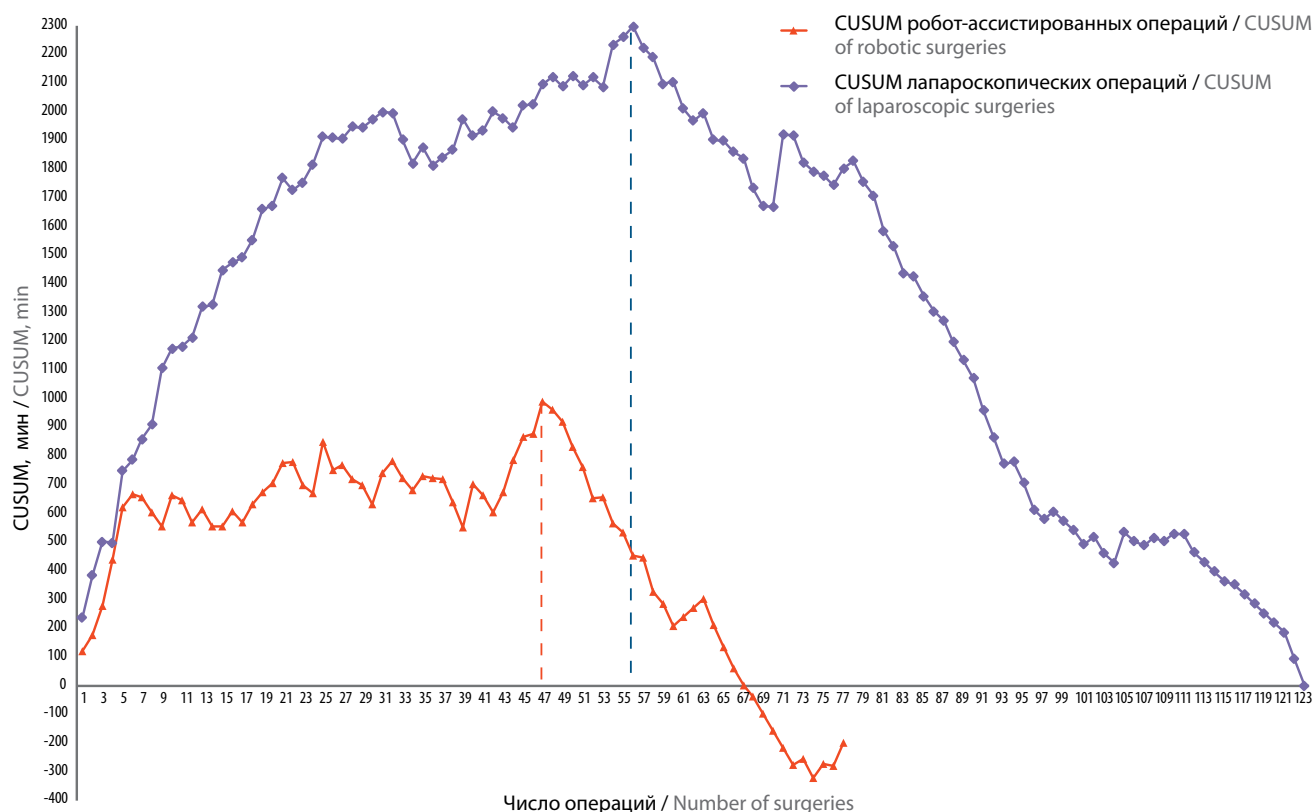
Показатель Parameter	Робот-ассистированные операции (n = 77) Robotic surgeries (n = 77)	Лапароскопические операции (n = 123) Laparoscopic surgeries (n = 123)	p
Общая продолжительность операции, мин Total duration of surgery, min	237,50 ± 74,90	213,50 ± 73,10	0,024
Время докинга, мин Docking time, min	42,40 ± 23,60	—	—
Консольное время, мин Console time, min	141,00 ± 59,10	—	—
Средний объем кровопотери, мл Average blood loss, ml	107,10 ± 41,90	122,00 ± 69,90	0,078
Частота конверсий, n (%) Conversion frequency, n (%)	3 (3,9)	3 (2,9)	0,557
Суммарное число послеоперационных осложнений, n (%): Total number of postoperative complications, n (%):	8 (10,4)	6 (4,9)	0,077
тромбоз легочной артерии, n (%) pulmonary artery thromboembolism, n (%)	1 (1,3)	0	0,385
несостоятельность колоректального анастомоза, n (%) inconsistency of colorectal anastomosis, n (%)	4 (5,2)	5 (4,1)	0,736
перфорация кишки, n (%) perforation of the gut, n (%)	1 (1,3)	0	0,385
кровотечение, n (%) bleeding, n (%)	0	1 (0,8)	0,999
парез кишечника, n (%) intestinal paresis, n (%)	1 (1,3)	0	0,385
колит, n (%) colitis, n (%)	1 (1,3)	0	0,385
Число летальных исходов, n (%) Number of lethal outcomes, n (%)	1 (1,3)	0	0,385
Срок пребывания пациента в стационаре, сут Time of patient's stay in hospital, days	14,20 ± 4,40	14,40 ± 4,80	0,785
Срок восстановления перистальтики, сут Time of recovery of peristalsis, days	1,07 ± 0,31	1,29 ± 0,51	0,001

фазам КО. Для группы РА операций 1-ю фазу КО составили 46 случаев, 2-ю фазу (после прохождения КО) — 31 случай. Для группы ЛС операций в 1-ю фазу включены 54 случая, во 2-ю — 69 случаев, все операции распределены в хронологическом порядке.

Оценены периоперационные параметры и послеоперационный период в зависимости от фазы КО (табл. 4). В группе РА операций в 1-й фазе КО средняя продолжительность вмешательства составила 253,6 ± 80,2 мин, во 2-й фазе — 213,5 ± 59,9 мин ($p = 0,020$), время докинга и консольное время также были статистически значимо меньше во 2-й фазе КО (47,6 ± 25,2 мин против 34,7 ± 18,8 мин ($p = 0,017$) и 156,7 ± 62,9 мин против 120,0 ± 45,6 мин ($p = 0,007$) соответственно). Средняя величина кровопотери статистически не различалась между фазами КО. Конверсия в 2 случаях была зарегистрирована в 1-й фазе КО, в 1 случае — во 2-й фазе КО ($p = 0,789$). Осложнения развились у 6 (13 %) пациентов, оперированных в 1-й фазе КО и у 2 (6,5 %), оперированных

во 2-й фазе КО ($p = 0,352$), при этом все случаи несостоятельности анастомоза ($n = 4$ (8,7 %)) развились в 1-й фазе КО. Восстановление перистальтики отмечалось на 1–3-и сутки (1,07 ± 0,3), различия между этими показателями в зависимости от фазы КО не было.

В группе ЛС операций также было отмечено уменьшение времени вмешательства: в 1-й фазе КО оно составило 251,2 ± 73,9 мин, во 2-й фазе — 184,9 ± 57,6 мин ($p = 0,001$). Отмечено статистически значимое различие в расчетной средней величине кровопотери: 140,9 ± 68,8 мл в 1-й фазе КО против 108,1 ± 67,8 мл во 2-й фазе КО, $p = 0,009$. Все случаи конверсии в группе ЛС операций отмечались в 1-й фазе КО ($p = 0,047$). Осложнения развились у 6 (4,9 %) пациентов: в 4 (7,9 %) случаях в 1-й фазе КО и в 2 (2,9 %) случаях во 2-й фазе КО ($p = 0,249$). Несостоятельность анастомоза развилась в 3 (5,6 %) случаях в 1-й фазе КО и в 2 (2,9 %) случаях во 2-й фазе КО. Восстановление перистальтики отмечалось на 1–3-и сутки (1,1 ± 0,2),



Графики кумулятивной суммы для времени операций. Пунктирными линиями указаны пиковые показатели кумулятивной суммы времени операций
Graphs of the cumulative sum for the surgery time. Dotted lines indicate peak cumulative sums of the surgery time

различий данного показателя в зависимости от фазы КО не было. Срок пребывания пациента в стационаре снизился с $16,0 \pm 3,8$ сут в 1-й фазе КО до $12,1 \pm 5,2$ сут во 2-й фазе КО ($p = 0,001$).

Статистически значимого различия при анализе патоморфологических показателей в между фазами КО для обеих групп не отмечено (табл. 5).

Обсуждение

Внедрение радикальных ЛС вмешательств у пациентов с КРР в ГБУЗ «Клинический онкологический диспансер № 1» г. Краснодара началось с 2011 г., а с 2015 г. также появилась возможность выполнения РА вмешательств. РА операции выполнялись бригадой хирургов, имеющих к тому времени опыт ЛС операций при КРР. Безусловным ограничением данного исследования является его нерандомизированный ретроспективный характер. Набор пациентов в группы проводился селективно, с учетом наличия тех или иных противопоказаний к малоинвазивной операции. Анализ выявил, что по локализации опухоли группу РА операций характеризовала более высокая доля пациентов с аденокарциномой ПК, данный факт мы связываем с особенностями отбора больных. Изначально нами было принято, что реализация всех преимуществ роботической системы в большей степени возможна в хирургии рака ПК при выполнении прецизионной нервосберегающей диссекции в узких анатомических простран-

вах малого таза, что и обусловило отбор пациентов для операций и повлияло на различия групп. Особенности отбора пациентов отразились и на характере выполненных операций: в группе РА отмечен более высокий процент выполнения низкой передней резекции ПК по сравнению с группой ЛС операций, при этом брюшно-промежностная экстирпация выполнялась только лапароскопически. Эти различия повлекли за собой и различия в частоте формирования первичного колоректального анастомоза, концевой колостомы. Частота формирования превентивной стомы (илео- или трансверзостомы) при резекции ПК была одинаковой в обеих группах. В целом при оценке периоперационных параметров в нашем исследовании обе группы малоинвазивных операций оказались сопоставимы по средней величине кровопотери, частоте конверсий, при этом РА операции отличались большей средней продолжительностью. Полученные нами результаты сходны с данными литературы [15–18]. В некоторых исследованиях отмечается меньшая кровопотеря при РА операциях по сравнению с ЛС, что относится к одному из преимуществ РА технологии, однако в нашей работе это различие не было статистически значимым. На настоящий момент у нас нет объективных критериев оценки преимуществ диссекции тканей при РА операциях, однако есть субъективное ощущение хирурга о большей «сухости» операционного поля за счет точных движений

Таблица 3. Показатели патоморфологического исследования в подгруппах пациентов, оперированных по поводу рака прямой кишки

Table 3. Parameters of pathomorphological examination in subgroups of rectal cancer patients

Показатель Parameter		Робот-ассистированные операции (n = 51) Robotic surgeries (n = 51)	Лапароскопические операции (n = 56) Laparoscopic surgeries (n = 56)	p
Стадия TNM, n (%) TNM stage, n (%)	T1	3 (5,9)	6 (10,7)	0,493
	T2	8 (15,7)	9 (16,1)	0,999
	T3	38 (74,5)	36 (64,3)	0,298
	T4	2 (3,9)	5 (8,9)	0,441
	N0	39 (76,5)	40 (71,4)	0,660
	N+	12 (23,5)	16 (28,6)	
Гистологическое строение опухоли, n (%) Histological structure of the tumor, n (%)	аденокарцинома высокодифференцированная well-differentiated adenocarcinoma	6 (11,8)	8 (14,3)	0,779
	аденокарцинома умереннодифференцированная moderately differentiated adenocarcinoma	43 (84,3)	44 (78,6)	0,469
	аденокарцинома низкодифференцированная poorly differentiated adenocarcinoma	2 (3,9)	3 (5,3)	0,999
	другое other	0	1 (1,8)	0,998
Размер опухоли, средн. (мин.—макс.), см Tumor size, avg. (min.—max.), cm		3,1 ± 1,2 (1,0–5,5)	4,1 ± 1,4 (1,0–6,5)	0,093
Хирургический клиренс, см Surgical clearance, cm		3,2 ± 1,1	2,3 ± 1,2	0,149
Циркулярная граница резекции, n (%) Circular resection margin, n (%)	R0	48 (94,1)	52 (92,8)	0,999
	R1	3 (5,9)	4 (7,2)	
Число операций без повреждения мезоректальной фасции, n (%) Number of surgeries without damage to the mesorectal fascia, n (%)		48 (94,1)	50 (89,3)	0,493
Число удаленных лимфатических узлов, средн. (мин.—макс.), n Number of removed lymph nodes, avg. (min.—max.), n		13,6 ± 3,7 (6–22)	13,8 ± 3,8 (12–22)	0,514

манипуляторов, трехмерного изображения операционного поля, большого увеличения, прецизионного контроля над кровотечением. Течение послеоперационного периода, частота и характер осложнений, а также патоморфологические показатели после обоих типов малоинвазивных вмешательств в нашем исследовании не имели статистически значимых различий, что в целом соответствует имеющимся данным литературы.

КО, оцененная нами по методу CUSUM, была короче для РА операций (46 случаев), чем для ЛС операций (54 случая). Наши результаты по ЛС операциям в целом соответствуют данным литературы, согласно которым КО в ЛС колоректальной хирургии оценивается в диапазоне от 30 до 70 случаев [19–22]. Что касается КО для РА операций, в нашей работе этот показатель оказался относительно выше, чем было продемонстрировано в предыдущих исследованиях, где сообщалось, что КО РА колоректальной хирургии составляет от 15 до 35 случаев [23–25]. М.В. Bokhari и соавт. [23] после

анализа с помощью CUSUM 50 операций предположили, что КО РА колоректальной хирургии была достигнута в 15–25 случаях с 3 этапами обучения. Согласно R.M. Jimenez-Rodriguez и соавт. [25], КО у 43 пациентов с РА ректальной хирургией составила от 21 до 23 случаев. Наши результаты (46 случаев) ближе всего соответствуют данным E.J. Park и соавт. [26], где КО РА хирургии оценена как 44 случая, согласно анализу CUSUM для времени операции. Авторами не получено достоверного различия между КО ЛС и РА операций [26]. В целом нам представляется, что КО в РА колоректальной хирургии должна быть практически аналогична КО ЛС хирургии. Тот факт, что этот показатель в нашей работе оказался несколько ниже, мы связываем с тем, что хирурги, выполнявшие РА операции, уже имели опыт ЛС операций. Хотя передовые технологии роботизированной системы могут оказать положительное влияние на сокращение периода обучения, РА операциям свойственны и некоторые недостатки, которые также

Таблица 4. Характеристика периоперационных показателей и непосредственных результатов операций в зависимости от фазы кривой обучения
Table 4. Characteristics of perioperative parameters and immediate results of surgeries, depending on the phase of the learning curve

Показатель Parameter	Робот-ассистированные операции (n = 77) Robotic surgeries (n = 77)			Лапароскопические операции (n = 123) Laparoscopic surgeries (n = 123)		
	1-я фаза (n = 46) 1 st phase (n = 46)	2-я фаза (n = 31) 2 nd phase (n = 31)	p	1-я фаза (n = 54) 1 st phase (n = 54)	2-я фаза (n = 69) 2 nd phase (n = 69)	p
Общая продолжительность операции, мин Total duration of surgery, min	253,6 ± 80,2	213,5 ± 59,9	0,020	251,2 ± 73,9	184,9 ± 57,6	0,001
Время докинга, мин Docking time, min	47,6 ± 25,2	34,7 ± 18,8	0,017	—	—	—
Консольное время, мин Console time, min	156,7 ± 62,9	120,0 ± 45,6	0,007	—	—	—
Средний объем кровопотери, мл Average blood loss, ml	104,3 ± 40,6	111,2 ± 44,2	0,479	140,9 ± 68,8	108,1 ± 67,8	0,009
Частота конверсий, n (%) Conversion frequency, n (%)	2 (4,3)	1 (3,2)	0,789	3 (5,6)	0	0,047
Суммарное число послеоперационных осложнений, n (%): Total number of postoperative complications, n (%):	6 (13,0)	2 (6,5)	0,352	4 (7,4)	2 (2,9)	0,249
несостоятельность колоректального анастомоза inconsistency of colorectal anastomosis	4 (8,7)	0	0,092	3 (5,6)	2 (2,9)	0,480
Число летальных исходов, n (%) Number of lethal outcomes, n (%)	1 (2,2)	0	0,409	0	0	—
Срок пребывания пациента в стационаре, сут Time of patient's stay in hospital, days	14,8 ± 4,5	13,3 ± 4,0	0,155	16,0 ± 3,8	13,1 ± 5,2	0,001
Срок восстановления перистальтики, сут Time of recovery of peristalsis, days	1,1 ± 0,4	1,1 ± 0,2	0,354	1,2 ± 0,5	1,2 ± 0,2	0,402

могут повлиять на КО. В начальный период обучения РА хирургии врач нуждается в большем количестве знаний о роботизированной системе и в более интенсивной практике для манипулирования сложными инструментами по сравнению с обычными ЛС операциями. Отсутствие тактильного ощущения во время вмешательства также может быть препятствием для освоения манипулирования тканями в узкой полости таза в течение начального периода обучения.

При оценке периоперационных параметров в зависимости от фазы КО для РА операций выявлено статистически значимое уменьшение как общей продолжительности операции, так и времени докинга и консольного времени, что является ожидаемым результатом. Средняя величина кровопотери, частота конверсий, частота и характер осложнений, течение послеоперационного периода для РА операций статистически не различались между фазами КО. В группе ЛС операций также отмечено уменьшение продолжительности вмешательства после прохождения 1-й фазы

КО, а также статистически значимые уменьшения величин интраоперационной кровопотери и частоты конверсий. Частота и характер осложнений, течение послеоперационного периода для ЛС операций не зависели от фазы КО. Статистически значимых различий при анализе патоморфологических показателей между фазами КО для обоих типов малоинвазивных операций не отмечено. Полученные нами данные в целом соответствуют имеющимся данным литературы [24, 26].

Таким образом, результаты нашего исследования показывают приемлемую и сопоставимую для обоих типов малоинвазивных вмешательств безопасность на этапе обучения и возможность внедрения данных высокотехнологичных хирургических методик в региональном онкологическом учреждении. Отдаленные результаты РА и ЛС операций требуют дальнейшего изучения.

Выводы

При оценке периоперационных параметров и непосредственных результатов РА и ЛС операций обе

Таблица 5. Показатели патоморфологического исследования в подгруппах пациентов, оперированных по поводу рака прямой кишки, в зависимости от фазы кривой обучения

Table 5. Parameters of pathomorphological examination in subgroups of colorectal cancer patients, depending on the phase of the learning curve

Показатель Parameter		Робот-ассистированные операции (n = 51) Robotic surgeries (n = 51)			Лапароскопические операции (n = 56) Laparoscopic surgeries (n = 56)		
		1-я фаза (n = 30) 1 st phase (n = 30)	2-я фаза (n = 21) 2 nd phase (n = 21)	p	1-я фаза (n = 32) 1 st phase (n = 32)	2-я фаза (n = 24) 2 nd phase (n = 24)	p
Стадия TNM, n (%) TNM stage, n (%)	T1	2 (6,7)	1 (4,7)	0,639	4 (12,5)	2 (8,3)	0,691
	T2	3 (10,0)	5 (23,8)	0,249	3 (9,3)	6 (25,0)	0,151
	T3	24 (80,0)	14 (66,8)	0,168	22 (68,8)	11 (45,8)	0,105
	T4	1 (3,3)	1 (4,7)	0,999	3 (9,3)	5 (20,8)	0,268
	N0	23 (76,7)	16 (76,2)	0,999	21 (65,6)	19 (79,2)	0,373
	N+	7 (23,3)	5 (23,8)		11 (34,4)	5 (20,8)	
Гистологическое строение опухоли, n (%) Histological structure of the tumor, n (%)	аденокарцинома высокодифференцированная well-differentiated adenocarcinoma	5 (16,7)	1 (4,7)	0,380	5 (15,6)	3 (12,5)	0,999
	аденокарцинома умереннодифференцированная moderately differentiated adenocarcinoma	24 (80,0)	19 (90,5)	0,445	26 (81,3)	18 (75,0)	0,744
	аденокарцинома низкодифференцированная poorly differentiated adenocarcinoma	1 (3,3)	1 (4,8)	0,999	1 (3,1)	2 (8,3)	0,571
	другое other	0	0	—	0	1 (4,2)	0,429
Размер опухоли, средн. (мин.—макс.), см Tumor size, avg. (min.—max.), cm		3,0 ± 1,1 (1,0—5,0)	3,2 ± 1,2 (1,0—5,5)	0,736	3,6 ± 1,8 (1,0—5,5)	4,2 ± 1,4 (1,0—6,5)	0,528
Хирургический клиренс, см Surgical clearance, cm		2,9 ± 1,0	3,3 ± 1,7	0,871	2,1 ± 1,0	2,4 ± 1,2	0,694
Циркулярная граница резекции, n (%) Circular resection margin, n (%)	R0	28 (93,3)	20 (95,2)	0,999	29 (90,6)	23 (95,8)	0,627
	R1	2 (6,7)	1 (4,8)		3 (9,4)	1 (4,2)	
Число операций без повреждения мезоректальной фасции, n (%) Number of surgeries without damage to the mesorectal fascia, n (%)		27 (90,0)	21 (100,0)	0,259	28 (87,5)	22 (91,7)	0,691
Число удаленных лимфатических узлов, средн. (мин.—макс.), n Number of removed lymph nodes, avg. (min.—max.), n		12,3 ± 4,2 (6—20)	13,7 ± 3,6 (11—22)	0,614	14,1 ± 4,2 (13—20)	13,6 ± 3,4 (12—22)	0,271

технологии оказались сопоставимы между собой по большинству показателей. КО для РА операций, по нашим данным, была короче, чем для ЛС. Существ-

венных различий в периоперационных параметрах и послеоперационных результатах между типами операций и между фазами КО не отмечено.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. Authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Clinical Outcomes of Surgical Therapy Study Group. A comparison of laparoscopically assisted and open colectomy for colon cancer. *N Engl J Med* 2004;350(20):2050–9. DOI: 10.1016/j.ctrv.2004.09.001.
2. Veldkamp R., Kuhry E., Hop W.C. et al. Laparoscopic surgery versus open surgery for colon cancer: short-term outcomes of a randomized trial. *Lancet Oncol* 2005;6(7):477–84. DOI: 10.1016/S1470-2045(05)70221-7.
3. Colon Cancer Laparoscopic or Open Resection Study Group. Survival after laparoscopic surgery versus open surgery for colon cancer: long-term outcome of a randomized clinical trial. *Lancet Oncol* 2009;10(1):44–52. DOI: 10.1016/S1470-2045(08)70310-3.
4. Guillou P.J., Quirke P., Thorpe H. et al. Short-term endpoints of conventional versus laparoscopic-assisted surgery in patients with colorectal cancer (MRC CLASICC trial): multicenter, randomized controlled trial. *Lancet* 2005;365(9472):1718–26. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)66545-2.
5. Buunen M., Bonjer H.J., Hop W.C. et al. COLOR II: a randomized clinical trial comparing laparoscopic and open surgery for rectal cancer. *Dan Med Bull* 2009;56(2):89–91. PMID: 19486621.
6. Bonjer H.J., Deijen C.L., Abis G.A. et al. A randomized trial of laparoscopic versus open surgery for rectal cancer. *N Engl J Med* 2015;372(14):1324–32. DOI: 10.1056/NEJMoa1414882.
7. Weber P.A., Merola S., Wasielewski A. et al. Telerobotic-assisted laparoscopic right and sigmoid colectomies for benign disease. *Dis Colon Rectum* 2002;45(12):1689–96. DOI: 10.1097/01.DCR.0000037657.78153.A8.
8. Blackmore A.E., Wong M.T., Tang C.L. Evolution of laparoscopy in colorectal surgery: an evidence-based review. *World J Gastroenterol* 2014;20(17):4926–33. DOI: 10.3748/wjg.v20.i17.4926.
9. Alasari S., Min B.S. Robotic colorectal surgery: a systematic review. *ISRN Surgery* 2012;2012:293894. DOI: 10.5402/2012/293894.
10. Baik S.H. Robotic colorectal surgery. *Yonsei Med J* 2008;49(6):891–6. DOI: 10.3349/ymj.2008.49.6.891.
11. Pucci M.J., Beekley A.C. Use of robotics in colon and rectal surgery. *Clin Colon Rectal Surg* 2013;26(1):39–46. DOI: 10.1055/s-0033-1333660.
12. Казанцева М.В., Мурашко Р.А., Уваров И.Б., Каушанский В.Б. Сравнительная оценка непосредственных результатов робот-ассистированных и лапароскопических операций при колоректальном раке. *Российский онкологический журнал* 2016;21(1–2):32–7. [Kazantseva M.V., Murashko R.A., Uvarov I.B., Kaushanskiy V.B. Comparative evaluation of immediate results of robotic and laparoscopic surgeries in colorectal cancer. *Russkiy onkologicheskij zhurnal = Russian Cancer Journal* 2016;21(1–2):32–7. (In Russ.)].
13. Yap C.H., Colson M.E., Watters D.A. Cumulative sum techniques for surgeons: a brief review. *ANZ J Surg* 2007;77(7):583–6. DOI: 10.1111/j.1445-2197.2007.04155.x.
14. Biau D.J., Resche-Rigon M., Godiris-Petit G. et al. Quality control of surgical and interventional procedures: a review of the CUSUM. *Qual Saf Health Care* 2007;16(3):203–7. DOI: 10.1136/qshc.2006.020776.
15. Liao G., Zhao Z., Lin S. et al. Robotic-assisted versus laparoscopic colorectal surgery: a meta-analysis of four randomized controlled trials. *World J Surg Oncol* 2014;12:122. DOI: 10.1186/1477-7819-12-122.
16. Huang C.W., Yeh Y.S., Ma C.J. et al. Robotic colorectal surgery for laparoscopic surgeons with limited experience: preliminary experiences for 40 consecutive cases at a single medical center. *BMC Surg* 2015;15:73. DOI: 10.1186/s12893-015-0057-6.
17. Araujo S.E., Seid V.E., Klajner S. Robotic surgery for rectal cancer: current immediate clinical and oncological outcomes. *World J Gastroenterol* 2014;20(39):14359–70. DOI: 10.3748/wjg.v20.i39.14359.
18. Trinh B.B., Hauch A.T., Buell J.F., Kandil E. Robot-assisted versus standard laparoscopic colorectal surgery. *JSLs* 2014;18(4):e2014.00154. DOI: 10.4293/JSLs.2014.00154.
19. Bege T., Lelong B., Esterni B. et al. The learning curve for the laparoscopic approach to conservative mesorectal excision for rectal cancer: lessons drawn from a single institution's experience. *Ann Surg* 2010;251(2):249–53. DOI: 10.1097/SLA.0b013e3181b7fdb0.
20. Kayano H., Okuda J., Tanaka K. et al. Evaluation of the learning curve in laparoscopic low anterior resection for rectal cancer. *Surg Endosc* 2011;25(9):2972–79. DOI: 10.1007/s00464-011-1655-8.
21. Akiyoshi T., Kuroyanagi H., Ueno M. et al. Learning curve for standardized laparoscopic surgery for colorectal cancer under supervision: a single-center experience. *Surg Endosc* 2011;25(5):1409–14. DOI: 10.1007/s00464-010-1404-4.
22. Ito M., Sugito M., Kobayashi A. et al. Influence of learning curve on short-term results after laparoscopic resection for rectal cancer. *Surg Endosc* 2009;23(2):403–8. DOI: 10.1007/s00464-008-9912-1.
23. Bokhari M.B., Patel C.B., Ramos-Valadez D.I. et al. Learning curve for robotic-assisted laparoscopic colorectal surgery. *Surg Endosc* 2011;25(3):855–60. DOI: 10.1007/s00464-010-1281-x.
24. Akmal Y., Baek J.H., McKenzie S. et al. Robot-assisted total mesorectal excision: is there a learning curve? *Surg Endosc* 2012;26(9):2471–6. DOI: 10.1007/s00464-012-2216-5.
25. Jimenez-Rodriguez R.M., Diaz-Pavon J.M., de la Portilla de Juan F. et al. Learning curve for robotic-assisted laparoscopic rectal cancer surgery. *Int J Colorectal Dis* 2013;28(6):815–21. DOI: 10.1007/s00384-012-1620-6.
26. Park E.J., Kim C.W., Cho M.S. et al. Is the learning curve of robotic low anterior resection shorter than laparoscopic low anterior resection for rectal cancer? A comparative analysis of clinicopathologic outcomes between robotic and laparoscopic surgeries. *Medicine (Baltimore)* 2014;93(25):e109. DOI: 10.1097/MD.000000000000109.