

ISSN 1995-5464 (Print); ISSN 2408-9524 (Online)

<https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-1-62-70>

Особенности обучения лапароскопической резекции печени после первоначального освоения робот-ассистированной технологии

Коваленко Д.Е. *, Ефанов М.Г.

ГБУЗ “Московский клинический научный центр им. А.С. Логинова” Департамента здравоохранения города Москвы; 111123, Москва, шоссе Энтузиастов, д. 86, Российская Федерация

Цель. Оценить кривую обучения лапароскопическим резекциям печени хирурга, имеющего опыт робот-ассистированных резекций печени, при помощи метода CUSUM.

Материал и методы. Ретроспективно анализировали результаты лапароскопических резекций печени по поводу злокачественных и доброкачественных новообразований, выполненных с 2015 г. по декабрь 2020 г., и робот-ассистированных резекций печени с 2010 по 2020 г. Оценивали кривую обучения лапароскопическим резекциям печени хирурга, освоившего робот-ассистированные резекции большой сложности. При выборе границ между периодами обучения в соответствии с полученными графиками CUSUM ориентировались на критические изменения индекса сложности резекции (IWATE и IMM), продолжительности операции, кровопотери, частоты послеоперационных осложнений. Проведено сравнение основных периоперационных событий между группами лапароскопических и робот-ассистированных резекций в каждом из периодов обучения.

Результаты. Выполнено 174 лапароскопических и 57 робот-ассистированных резекций печени. Продолжительность 1-го периода обучения составила 11 робот-ассистированных резекций и 20 лапароскопических, 2-го периода – 16 и 20, 3-го периода – 30 и 134. Во 2-м периоде достоверно увеличился индекс сложности резекции для обеих групп, при этом объем кровопотери, число послеоперационных осложнений и продолжительность госпитального лечения достоверно не различались. Во 2-м периоде обучения в обеих группах время оперативного вмешательства было достоверно больше.

Заключение. Изучение динамики сложности операции с использованием метода CUSUM является надежным, контролируемым способом оценки кривой обучения резекции печени. Первоначальное прохождение кривой обучения робот-ассистированным резекциям печени сокращает длительность кривой обучения лапароскопическим резекциям по сравнению с опубликованными данными других авторов.

Ключевые слова: печень; робот-ассистированная резекция; лапароскопическая резекция; кривая обучения; CUSUM

Ссылка для цитирования: Коваленко Д.Е., Ефанов М.Г. Особенности обучения лапароскопической резекции печени после первоначального освоения робот-ассистированной технологии. *Анналы хирургической гепатологии*. 2024; 29 (1): 62–70. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-1-62-70>

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Features of laparoscopic liver resection training after mastering of robot-assisted technology

Kovalenko D.E. *, Efanov M.G.

Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov; 86, Sh. Entuziastov, Moscow, 111123, Russian Federation

Aim. To estimate the learning curve for laparoscopic liver resections performed by a surgeon experienced in robot-assisted liver resections using the CUSUM method.

Materials and methods. The study involved a retrospective analysis of the results of laparoscopic liver resections for malignant and benign neoplasms performed from 2015 to December 2020 and robot-assisted liver resections from 2010 to 2020. The author evaluated the learning curve for laparoscopic liver resections of a surgeon who had mastered robot-assisted resections of high difficulty. Selecting the boundaries between training periods according to the obtained CUSUM graphs was determined by critical changes in the resection difficulty score (IWATE and IMM), duration of surgery, blood loss, and incidence of postoperative complications. Major perioperative events were compared between the laparoscopic and robot-assisted resection groups in each of the training periods.

Results. 174 laparoscopic and 57 robot-assisted liver resections were performed. The duration of the first training period comprised 11 robot-assisted resections and 20 laparoscopic resections, the second period – 16 and 20, the third

period – 30 and 134, accordingly. In the second period, the resection difficulty score increased significantly for both groups, while the amount of blood loss, the incidence of postoperative complications, and the duration of hospital treatment did not differ significantly. In the second training period, the duration of surgery was significantly longer in both groups.

Conclusion. Studying the dynamics of surgical difficulty using the CUSUM method is considered to be a reliable, controlled way to estimate the learning curve for liver resection. Completing the learning curve for robot-assisted liver resections reduces the duration of the learning curve for laparoscopic resections compared to published data of other authors.

Keywords: *liver; robot-assisted resection; laparoscopic resection; learning curve; CUSUM*

For citation: Kovalenko D.E., Efanov M.G. Features of laparoscopic liver resection training after mastering of robot-assisted technology. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery.* 2024; 29 (1): 62–70. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-1-62-70> (In Russian)

The authors declare no conflict of interest.

● Введение

Преимущества лапароскопических резекций печени (ЛРП) были показаны во многих сравнительных исследованиях [1, 2]. В последние годы растет число публикаций, посвященных оценке кривой обучения (КО) минимально инвазивным резекциям печени (РП) [3–5]. В последнее десятилетие для оценки КО в медицине используют метод кумулятивных сумм (CUSUM) [3]. Отдельный интерес представляет анализ КО с точки зрения ее “привязки” к динамике сложности ЛРП в отличие от КО лапароскопическим резекциям других органов, в анализе которой чаще основываются на частоте конверсии и других показателях (кровопотеря, длительность операции и др.) [6–11]. В литературе нет исследований, направленных на изучение влияния опыта робот-ассистированных РП (РАРП) на КО ЛРП.

Цель исследования – оценить кривую обучения лапароскопическим резекциям печени хирурга, имеющего опыт робот-ассистированных резекций, при помощи метода CUSUM.

● Материал и методы

Исследование основано на ретроспективном изучении результатов лечения пациентов, перенесших ЛРП, которые были зарегистрированы в проспективной базе данных. Основные критерии включения пациентов: анатомическая или атипичная РП по поводу злокачественной опухоли (метастазы колоректального и неколо-ректального рака, гепатоцеллюлярная карцинома, внутripеченочная холангиокарцинома, рак желчного пузыря), доброкачественных заболеваний (фокальная нодулярная гиперплазия, гемангиома, аденома, цистаденома, абсцесс печени, внутripеченочный холангиолитиаз), а также при паразитарных поражениях (альвеококкоз, эхинококкоз). Пациентов с эхинококкозом включали в исследование, если им была выполнена тотальная или субтотальная перицистэктомия. Исключали пациентов, которым выполнили фенестрацию простых кист печени или частичную перицистэктомию при эхинококкозе.

Индекс сложности резекции печени был рассчитан по шкалам IWATE [12] и IMM [13]. Первичной конечной точкой исследования было определение продолжительности периодов обучения методу ЛРП и РАРП. Для этого был использован метод кумулятивных сумм (CUSUM), в котором, согласно принятой ранее методологии, определяли три периода: 1-й, или начальный, 2-й, или период расширения показаний, и 3-й, или период плато [14]. Вторичными точками исследования были сравнение периодов обучения согласно результатам хирургического лечения: продолжительности резекции, объему кровопотери, частоте осложнений и срокам пребывания пациентов в стационаре после операции. Послеоперационные осложнения оценивали в соответствии с классификацией Clavien–Dindo (CD). Все операции были выполнены одним хирургом. К началу выполнения ЛРП хирург уже прошел КО РАРП.

При статистической обработке непрерывные данные, представленные как медианные значения, сравнивали с помощью теста Краскела–Уоллиса, ANOVA. Критерий χ^2 Пирсона использовали для сравнения категориальных переменных. Значение $p < 0,05$ считали статистически значимым. Для анализа данных был применен программный пакет Statistica (V.12, StatSoft).

● Результаты

Анализировали результаты резекции печени у 231 пациента: 174 больным выполнена ЛРП, 57 – РАРП (табл. 1). В группе РАРП было достоверно больше пациентов с доброкачественными новообразованиями печени. Возраст пациентов, частота злокачественных опухолей и частота абдоминальных оперативных вмешательств в анамнезе были достоверно меньше по сравнению с группой ЛРП. Распределение ЛРП и РАРП по числу и топографии резецированных сегментов представлено в табл. 2. В группе РАРП чаще выполняли анатомическую резекцию как в отдельных топографических вариантах, так и в целом. Группы ЛРП и РАРП были сопоставимы как по индексу сложности, рас-

Таблица 1. Характеристика пациентов**Table 1.** Demographic data of patients with performed laparoscopic liver resection and robot-assisted liver resection

Параметр	ЛРП	РАРП	<i>p</i>
Число пациентов, абс. (%)			
всего	174	57	—
женщин, мужчин	101, 73	40, 17	0,069
с доброкачественными опухолями	47 (27)	30 (52,6)	0,0004
с паразитарными заболеваниями	20 (11,5)	5 (8,8)	0,383
со злокачественными опухолями	107 (61,5)	22 (38,6)	0,001
перенесших абдоминальные операции	71 (40,8)	12 (21)	0,003
Возраст, лет	56 (46–64)	50 (38–62)	0,011

Таблица 2. Распределение пациентов по объему операции**Table 2.** Distribution of patients by extent of surgery

Объем РП	Число наблюдений, абс. (%)		<i>p</i>
	ЛРП	РАРП	
Правосторонняя гемигепатэктомия	17 (10)	3 (5)	0,223
Левосторонняя гемигепатэктомия	11 (6)	2 (4)	0,335
Бисегментэктомия VI, VII	8 (5)	8 (14)	0,020
Сегментэктомия VII, VIII, I, IVa	22 (13)	7 (12)	0,574
Атипичная резекция сегментов I, IVa, VII, VIII	43 (25)	10 (16)	0,175
Анатомическая резекция сегментов V, VI, II, III	23 (13)	16 (28)	0,010
Атипичная резекция сегментов V, VI, II, III	50 (29)	11 (19)	0,107
Всех анатомических резекций	81 (47)	36 (63)	0,021

Таблица 3. Индекс сложности резекции и факторы, влияющие на него**Table 3.** Resection difficulty score and factors affecting it

Параметр	ЛРП	РАРП	<i>p</i>
Наблюдений близкой синтопии с крупными сосудами, абс. (%)	59 (33,9)	27 (47)	0,024
Больных циррозом, абс. (%)	17 (9,8)	8 (14)	0,255
Сегментэктомий VII, VIII, I, IVa, абс. (%)	22 (12,6)	7 (12,3)	0,574
Размер опухоли, мм	65 (15–250)	70 (17–142)	0,223
Индекс сложности РП по IWATE, баллы	6 (1–11)	7 (2–11)	0,216
Индекс сложности РП по IMM, баллы	4,6 (1–10)	4,7 (1–7)	0,669

считанному по двум шкалам, так и по 3 факторам из 4, учитываемых при расчете индекса сложности резекции одной из шкал (критерии IWATE; табл. 3).

При помощи метода CUSUM построены диаграммы изменения индекса сложности РП и основных результатов РАРП и ЛРП (кровопотеря, длительность резекции, частота осложнений). Продолжительность периодов изначально оценивали по динамике сложности РП. Продолжительность 1-го, начального периода составила 11 РАРП и 20 ЛРП; в этот период выполняли преимущественно операции низкого уровня сложности по IWATE. Продолжительность 2-го периода составила 16 РАРП и 20 ЛРП; в этом периоде произошло расширение показаний к резекциям большего уровня сложности.

Стабилизация – при отсутствии существенной динамики на диаграмме (плато) – произошла в 3-м периоде: 30 РАРП и 134 ЛРП (рис. 1 и 2).

При выборе границ между периодами обучения оценивали динамику кривой CUSUM. Наиболее выраженные амплитудные колебания ее отражали принципиальную смену величины изучаемого показателя, что практически должно соответствовать смене периода обучения. Для подтверждения этой гипотезы рассмотрели изменения других объективных периоперационных показателей. В качестве контрольного показателя использована оценка сложности, рассчитанная с помощью других критериев (шкала IMM). Динамика сложности РАРП и ЛРП по шкале IMM представлена на рис. 3 и 4. Противоречий с динамикой сложности по критериям IWATE не

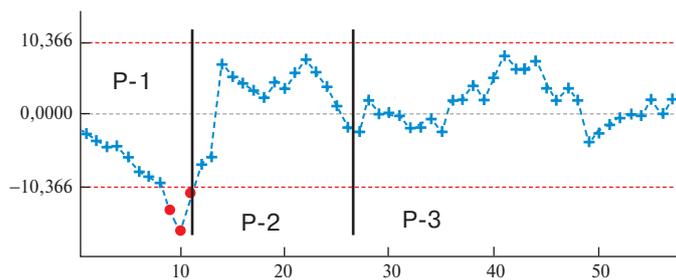


Рис. 1. Диаграмма. Изменение индекса сложности РАРП (IWATE). Здесь и далее: P-1 – начальный период; P-2 – период расширения показаний; P-3 – период стабилизации; по оси абсцисс – число наблюдений.

Fig. 1. Diagram. Change in the difficulty score of robot-assisted liver resections (IWATE). Hereinafter, P-1 – initial period; P-2 – period of expansion of indications; P-3 – period of stabilization.

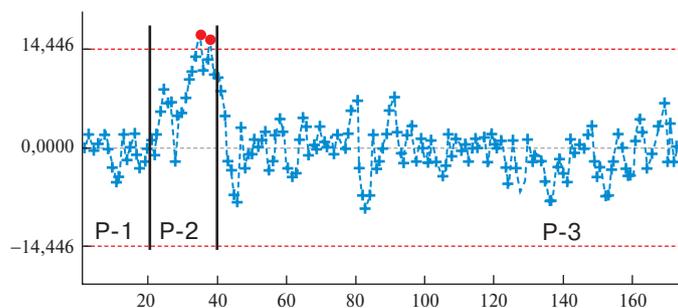


Рис. 2. Диаграмма. Изменение индекса сложности ЛРП (IWATE).

Fig. 2. Diagram. Change in the difficulty score of laparoscopic liver resections (IWATE).

отмечено, что подтвердило продолжительность периодов обучения РАРП и ЛРП. В начальном периоде обучения диаграмма соответствовала минимальным значениям индекса сложности начальных 11 РАРП и 20 ЛРП. После 11-й и 20-й операции отмечен заметный подъем уровня сложности резекции, что означает переход во 2-й период КО за счет расширения показаний к РАРП ($p = 0,002$) и ЛРП ($p = 0,020$) (табл. 4, 5).

После 27 РАРП и 40 ЛРП отмечена стабилизация показателей (переход в плато). Для подтверждения продолжительности периодов обучения, определенных по динамике сложности РП, построены диаграммы изменения периоперационных показателей – кровопотери, времени операции и частоты осложнений (рис. 5–7). Отмеченные изменения периоперационных показателей соответствуют продолжительности

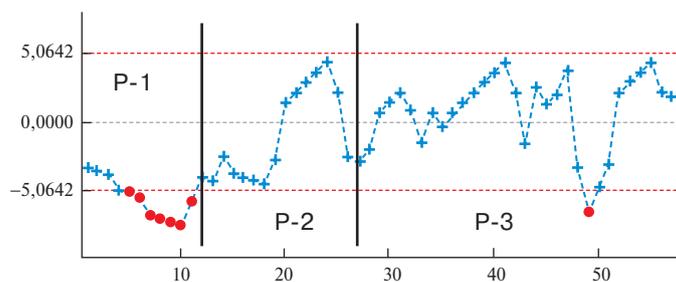


Рис. 3. Диаграмма. Изменение индекса сложности РАРП (IMM).

Fig. 3. Diagram. Change in the difficulty score of robot-assisted liver resections (IMM).

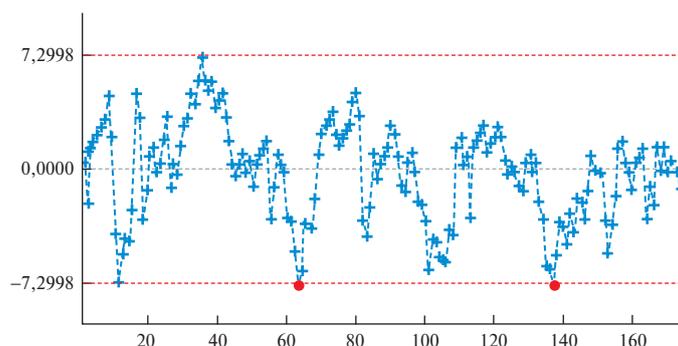


Рис. 4. Диаграмма. Изменение индекса сложности ЛРП (IMM).

Fig. 4. Diagram. Change in the difficulty score of laparoscopic liver resections (IMM).

Таблица 4. Сравнение индексов сложности и ближайших результатов РАРП**Table 4.** Comparison of difficulty scores and the nearest results of robot-assisted liver resections

Параметр	1-й период	2-й период	3-й период	<i>p</i>
Число наблюдений, абс.	11	16	30	—
Индекс сложности РП IWATE, баллы	5 (3–5)	7 (6–10)	7 (6–10)	0,002
Индекс сложности РП IMM, баллы	4 (3–4)	5 (4–6)	6 (4–6)	0,093
Объем кровопотери, мл	200 (100–300)	230 (100–450)	250 (100–400)	0,545
Время операции, мин	310 (200–330)	420 (350–480)	350 (275–450)	0,026
Число конверсий, абс.	—	2	1	0,341
Число осложнений, абс.	2	4	6	0,527
Пребывание в стационаре после операции, сут	8 (8–13)	10 (8–12)	8 (7–10)	0,812

периодов обучения РАРП. Аналогичные диаграммы для ЛРП представлены на рис. 8–10. Диаграммы CUSUM, построенные для периоперационных параметров ЛРП, продемонстрировали продолжительность периодов обучения, аналогичную рассчитанной по динамике сложности ЛРП. Дополнительным аргументом в пользу корректности рассчитанной продолжительности периодов обучения может служить

величина различий изученных периоперационных параметров между периодами КО (см. табл. 4). Достоверные отличия между периодами выявлены в значениях индекса сложности операций по критериям IWATE и в длительности операции. Во 2-м периоде имел место рост объема кровопотери, но различия недостоверны. Сравнение периоперационных показателей ЛРП представлено в табл. 5.

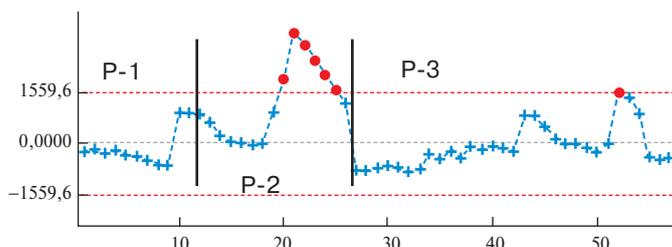
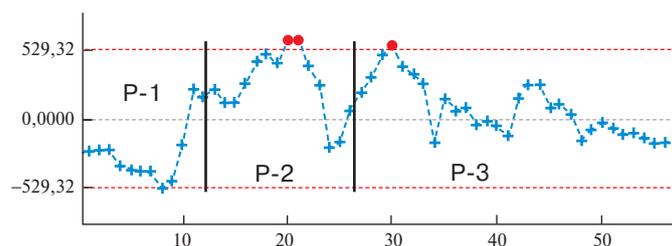
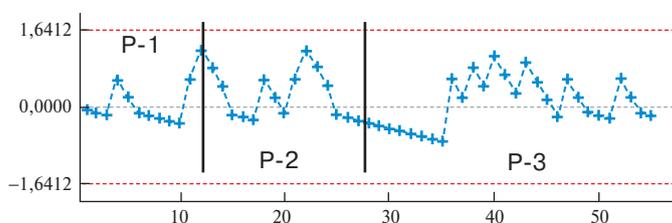
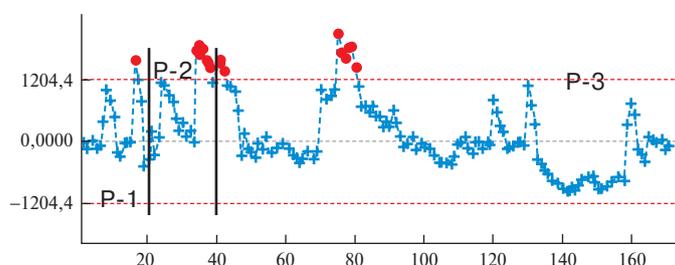
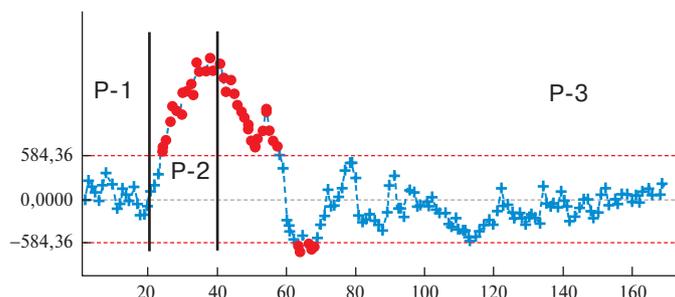
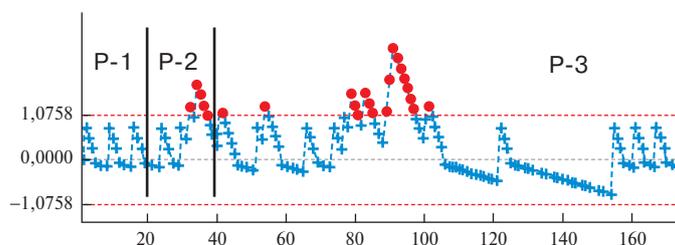
**Рис. 5.** Диаграмма. Изменение объема кровопотери при РАРП.**Fig. 5.** Diagram. Change in blood loss in robot-assisted liver resections.**Рис. 6.** Диаграмма. Изменение продолжительности РАРП.**Fig. 6.** Diagram. Change in blood loss in robot-assisted liver resections.**Рис. 7.** Диаграмма. Изменение частоты осложнений после РАРП (CD II–V).**Fig. 7.** Diagram. Change in the incidence of complications after robot-assisted liver resections (CD II–V).

Таблица 5. Сравнение индексов сложности и ближайших результатов ЛРП**Table 5.** Comparison of difficulty scores and the nearest results of laparoscopic liver resections

Параметр	1-й период	2-й период	3-й период	<i>p</i>
Число наблюдений, абс.	20	20	134	—
Индекс сложности РП IWATE, баллы	6 (5–9)	9 (7–11)	6 (4–11)	0,020
Индекс сложности РП IMM, баллы	6 (4–6)	6 (5–7)	5 (4–6)	0,291
Объем кровопотери, мл	200 (50–350)	300 (175–500)	200 (100–300)	0,183
Время операции, мин	310 (260–450)	460 (340–570)	260 (200–370)	0,048
Число конверсий, абс.	—	5	7	0,027
Число осложнений, абс.	3	4	16	0,521
Пребывание в стационаре после операции, сут	7 (6–10)	8 (7–9)	7 (5–9)	0,213

Во 2-м периоде обучения ЛРП, так же как и РАРП, произошло достоверное увеличение индекса сложности РП по критериям IWATE и продолжительности операции. Важным обстоятельством, характеризующим накопление хирургических навыков, является отсутствие различий между периодами по величине кровопотери и частоте осложнений, несмотря на объективное увеличение сложности операций,

с одной стороны, и увеличение продолжительности операции как показателя, отражающего процесс адаптации хирурга к новым, более сложным условиям, — с другой. В отличие от РАРП во 2-м периоде КО ЛРП увеличилась частота конверсий. Результаты сравнения периоперационных исходов косвенным образом подтверждают правильность расчетов продолжительности периодов КО для РАРП и ЛРП.

**Рис. 8.** Диаграмма. Изменение объема кровопотери при ЛРП.**Fig. 8.** Diagram. Change in blood loss in laparoscopic liver resections.**Рис. 9.** Диаграмма. Изменение продолжительности ЛРП.**Fig. 9.** Diagram. Change in the duration of laparoscopic liver resections.**Рис. 10.** Диаграмма. Изменение частоты осложнений после ЛРП (CD II–V).**Fig. 10.** Diagram. Change in the incidence of complications after laparoscopic liver resections (CD II–V).

● Обсуждение

В первых публикациях, посвященных оценке КО ЛРП, в качестве основного критерия применяли частоту конверсий. В одной из публикаций авторы впервые сообщили о КО с помощью метода CUSUM [3]. Рассмотрев результаты 174 ЛРП за 12 лет, они пришли к выводу, что для достижения пороговой точки минимального коэффициента конверсии потребовалось 60 ЛРП. Другими словами, после 60 операций коэффициент конверсии достиг среднего значения для всей когорты и с этого момента только улучшался. При тщательном отборе пациентов и совершенствовании хирургических методов частота конверсии ЛРП постепенно уменьшалась [15–18]. В дальнейшем стало понятно, что коэффициент конверсии не является универсальным критерием оценки КО. Это послужило основанием для анализа других параметров, в частности интраоперационной кровопотери, длительности операций, частоты осложнений и др. [19]. На основании оценки динамики перечисленных показателей было установлено, что для обширных РП и резекций задних сегментов начальный этап освоения КО составил 60 операций [4]. Другими исследователями было показано, что для уменьшения частоты послеоперационных осложнений необходимо выполнить 60 малых резекций, что позволяет перейти к выполнению более сложных вмешательств [15].

Оценка результатов РП, равно как и обучение, в отличие от операций на других органах, сопряжена с необходимостью учитывать большее разнообразие вариантов операции в силу специфики хирургической анатомии печени. Разница в технологии и рисках некоторых вариантов РП столь существенна, что результаты этих операций, равно как и КО, фактически нельзя сравнивать. Выходом может быть сравнение КО однотипных операций, что и делает ряд авторов [4, 19]. Другим вариантом учета разнообразия условий выполнения ЛРП является разработка универсальной системы оценки технической сложности операции, что позволит унифицировать результаты сравнения, а также получить дополнительный способ количественной оценки КО за счет мониторинга скорости освоения более сложных ЛРП.

На 2-й Международной согласительной конференции по ЛРП (Мориока, Япония, 2014) G. Wakabayashi и соавт. предложили шкалу оценки сложности предполагаемой ЛРП (IWATE Criteria) [12]. Шкала предполагает 12-балльный индекс сложности на основе совокупной оценки нескольких факторов: расположение (сегменты) и размер опухоли, ее близость к крупным сосудам, вариант резекции (анатомическая или атипичная) и сохранность функции печени. Учитывается и объем резекции.

В последние годы в литературе появились отдельные публикации, оценивающие КО с позиции учета сложности ЛРП. Следует отметить различие подходов к учету этого показателя. В одном из исследований изучена КО для ЛРП малой сложности, которая составила 25–30 операций [20]. В другом исследовании КО ЛРП авторы использовали анализ CUSUM и установили, что для преодоления КО для конечных точек времени операции, конверсии и расчетной кровопотери потребовалось 160 резекций [21]. В литературе существуют противоречия в оценке продолжительности КО.

Представленное исследование является первым в оценке влияния опыта РАРП на КО ЛРП. Результаты исследования убедительно показывают такое влияние, поскольку продолжительность КО ЛРП была существенно короче (20 операций) по сравнению с данными других авторов. Объективность оценки продолжительности КО и ее отдельных периодов подтверждена совпадением результатов оценки по разным шкалам определения сложности РП и динамикой периоперационных показателей.

КО РАРП и ЛРП имели небезынтересные отличия. В группе РАРП, особенно на начальных периодах КО, преобладали пациенты с доброкачественными образованиями. Пациенты со злокачественными и паразитарными заболеваниями были оперированы только после прохождения 1-го периода КО. Преобладание в группе РАРП пациентов без перенесенных ранее хирургических вмешательств на брюшной полости можно объяснить отсутствием достаточного опыта минимально инвазивной хирургии печени, который был накоплен во время обучения РАРП и в дальнейшем при обучении ЛРП.

Необходимо обратить внимание на отсутствие достоверных отличий между периодами КО по таким периоперационным параметрам, как частота конверсий, продолжительность стационарного лечения и частота осложнений, что свидетельствует о повышении уровня мануальных навыков с накоплением опыта. Этому не противоречат достоверные отличия между периодами КО в объеме интраоперационной кровопотери (ЛРП), как правило увеличивающейся при повышении уровня сложности резекции, и времени операции (ЛРП и РАРП), что также закономерно. С накоплением опыта (завершение 2-го периода и 3-й период обучения) величина интраоперационной кровопотери и время операции уменьшились, несмотря на большую сложность РП в эти периоды обучения. При обучении ЛРП отмечены отличия в частоте конверсий между периодами. Увеличение частоты конверсии можно объяснить достоверно большим числом пациентов, перенесших операции на брюшной полости в группе ЛРП (спаечный про-

цесс), а также фактом их преимущественного лечения во 2-м и 3-м периодах обучения.

● Заключение

Метод кумулятивных сумм является универсальным способом оценки кривой обучения, применимым для изучения динамики различных периоперационных исходов РП. Основным показателем, позволяющим наиболее точно отразить освоение РП, следует считать сложность резекции, оцениваемую по специальным расчетным шкалам.

Прохождение КО РАРП оказывает существенное влияние на продолжительность и результаты КО ЛРП. Изменяется не только продолжительность периодов КО ЛРП, но и характер нозологий (увеличение числа пациентов со злокачественными опухолями печени, в том числе на ранних этапах КО). Предварительный опыт робот-ассистированных вмешательств позволил увеличить частоту лапароскопических резекций в условиях спаечного процесса после ранее перенесенных хирургических вмешательств на брюшной полости.

Участие авторов

Коваленко Д.Е. — сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста.

Ефанов М.Г. — концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Authors contribution

Kovalenko D.E. — collection and analysis of data, statistical analysis, writing text.

Efanov M.G. — concept and design of study, editing, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

● Список литературы [References]

- Zhou Y., Xiao Y., Wu L., Li B., Li H. Laparoscopic liver resection as safe and effective alternative to open resection for colorectal liver metastasis: a meta-analysis. *BMC Surg.* 2013; 13: 44. <https://doi.org/10.1186/1471-2482-13-44>
- Xiong J.J., Altaf K., Javed M.A., Huang W., Mukherjee R., Mai G., Sutton R., Liu X.B., Hu W.M. Meta-analysis of laparoscopic vs open liver resection for hepatocellular carcinoma. *World J. Gastroenterol.* 2012; 18 (45): 6657–6668. <https://doi.org/10.3748/wjg.v18.i45.6657>
- Vigano L., Laurent A., Tayar C., Tomatis M., Ponti A., Cherqui D. The learning curve in laparoscopic liver resection. *Ann. Surg.* 2009; 250 (5): 772–782. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181bd93b2>
- Lin C.W., Tsai T.J., Cheng T.Y., Wei H.K., Hung C.F., Chen Y.Y., Chen C.M. The learning curve of laparoscopic liver resection after the Louisville statement 2008: will it be more effective and smooth? *Surg. Endosc.* 2016; 30 (7): 2895–2903. <https://doi.org/10.1007/s00464-015-4575-1>
- Van der Poel M.J., Besselink M.G., Cipriani F., Armstrong T., Takhar A.S., van Dieren S., Primrose J.N., Pearce N.W., Abu Hilal M. Outcome and learning curve in 159 consecutive patients undergoing total laparoscopic hemihepatectomy. *JAMA Surgery.* 2016; 151 (10): 923. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2016.1655>
- Son G.M., Kim J.G., Lee J.C., Suh Y.J., Cho H.M., Lee Y.S., Lee I.K., Chun C.S. Multidimensional analysis of the learning curve for laparoscopic rectal cancer surgery. *J. Laparoendosc. Adv. Surg. Tech. A.* 2010; 20 (7): 609–617. <https://doi.org/10.1089/lap.2010.0007>
- Schlachta C.M., Mamazza J., Seshadri P.A., Cadeddu M., Gregoire R., Poulin E.C. Defining a learning curve for laparoscopic colorectal resections. *Dis. Colon. Rectum.* 2001; 44 (2): 217–222. <https://doi.org/10.1007/BF02234296>
- Kayano H., Okuda J., Tanaka K., Kondo K., Tanigawa N. Evaluation of the learning curve in laparoscopic low anterior resection for rectal cancer. *Surg. Endosc.* 2011; 25 (9): 2972–2979. <https://doi.org/10.1007/s00464-011-1655-8>
- Akiyoshi T., Kuroyanagi H., Ueno M., Oya M., Fujimoto Y., Konishi T., Yamaguchi T. Learning curve for standardized laparoscopic surgery for colorectal cancer under supervision: a single-center experience. *Surg. Endosc.* 2011; 25 (5): 1409–1414. <https://doi.org/10.1007/s00464-010-1404-4>
- Ito M., Sugito M., Kobayashi A., Nishizawa Y., Tsunoda Y., Saito N. Influence of learning curve on short-term results after laparoscopic resection for rectal cancer. *Surg. Endosc.* 2009; 23 (2): 403–408. <https://doi.org/10.1007/s00464-008-9912-1>
- Wishner J.D., Baker Jr J.W., Hoffman G.C., Hubbard 2nd G.W., Gould R.J., Wohlgemuth S.D., Ruffin W.K., Melick C.F. Laparoscopic-assisted colectomy. The learning curve. *Surg. Endosc.* 1995; 9 (11): 1179–1183. <https://doi.org/10.1007/BF00210923>
- Ban D., Tanabe M., Ito H., Otsuka Y., Nitta H., Abe Y., Hasegawa Y., Katagiri T., Takagi C., Itano O., Kaneko H., Wakabayashi G. A novel difficulty scoring system for laparoscopic liver resection. *J. Hepatobiliary Pancreat. Sci.* 2014; 21 (10): 745–753. <https://doi.org/10.1002/jhpb.166>
- Sucandy I., Kang R.D., Adorno J., Crespo K., Syblis C., Ross S., Rosemurgy A. Validity of the Institut Mutualiste Montsouris classification system for robotic liver resection. *HPB (Oxford).* 2023; 25 (9): 1022–1029. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2023.05.004>
- Ефанов М.Г., Алиханов Р.Б., Цвиркун В.В., Простов М.Ю., Казаков И.В., Ванькович А.Н., Ким П.П., Грендаль К.Д. Робот-ассистированные резекции печени. Оценка ближайших результатов. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2018; 11: 24–30. <https://doi.org/10.17116/hirurgia201811124>
- Efanov M.G., Alikhanov R.B., Tsvirkun V.V., Prostov M.Yu., Kazakov I.V., Vankovich A.N., Kim P.P., Grendal K.D. Early outcomes of robot-assisted liver resection. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zurnal im. N.I. Pirogova.* 2018; 11: 24–30. <https://doi.org/10.17116/hirurgia201811124> (In Russian)
- Hasegawa Y., Nitta H., Takahara T., Katagiri H., Baba S., Takeda D., Makabe K., Wakabayashi G., Sasaki A. Safely extending the indications of laparoscopic liver resection: when should we start laparoscopic major hepatectomy? *Surg. Endosc.* 2017; 31 (1): 309–316. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-4973-z>

16. Nguyen K.T., Gamblin T.C., Geller D.A. World review of laparoscopic liver resection – 2,804 patients. *Ann. Surg.* 2009; 250(5):831–841. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181b0c4df>
17. Koffron A.J., Auffenberg G., Kung R., Abecassis M. Evaluation of 300 minimally invasive liver resections at a single institution: less is more. *Ann. Surg.* 2007; 246 (3): 385–392. discussion 392–394. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e318146996c>
18. Bryant R., Laurent A., Tayar C., Cherqui D. Laparoscopic liver resection – understanding its role in current practice: the Henri Mondor Hospital experience. *Ann. Surg.* 2009; 250 (1): 103–111. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181ad6660>
19. Cai X., Li Z., Zhang Y., Yu H., Liang X., Jin R., Luo F. Laparoscopic liver resection and the learning curve: a 14-year, single-center experience. *Surg. Endosc.* 2014; 28 (4): 1334–1341. <https://doi.org/10.1007/s00464-013-3333-5>
20. Sultana A., Nightingale P., Marudanayagam R., Sutcliffe R.P. Evaluating the learning curve for laparoscopic liver resection: a comparative study between standard and learning curve CUSUM. *HPB (Oxford)*. 2019; 21 (11): 1505–1512. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2019.03.362>
21. Tomassini F., Scuderi V., Colman R., Vivarelli M., Montalti R., Troisi R.I. The single surgeon learning curve of laparoscopic liver resection: a continuous evolving process through stepwise difficulties. *Medicine (Baltimore)*. 2016; 95 (43): e5138. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000005138>

Сведения об авторах [Authors info]

Коваленко Дмитрий Евгеньевич – научный сотрудник отдела гепатопанкреатобилиарной хирургии МКНЦ им. А.С. Логина. <https://orcid.org/0000-0002-9234-8041>. E-mail: d.kovalenko@mknc.ru

Ефанов Михаил Германович – доктор мед. наук, заведующий отделом гепатопанкреатобилиарной хирургии МКНЦ им. А.С. Логина. <https://orcid.org/0000-0003-0738-7642>. E-mail: m.efanov@mknc.ru

Для корреспонденции*: Коваленко Дмитрий Евгеньевич – e-mail: d.kovalenko@mknc.ru

Dmitry E. Kovalenko – Research Associate of the Hepatopancreatobiliary Surgery Department, Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov. <https://orcid.org/0000-0002-9234-8041>. E-mail: d.kovalenko@mknc.ru

Mikhail G. Efanov – Doct. of Sci. (Med.), Head of the Hepatopancreatobiliary Surgery Department, Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov. <https://orcid.org/0000-0003-0738-7642>. E-mail: m.efanov@mknc.ru

For correspondence*: Dmitry E. Kovalenko – e-mail: d.kovalenko@mknc.ru

Статья поступила в редакцию журнала 8.11.2023.
Received 8 November 2023.

Принята к публикации 23.01.2024.
Accepted for publication 23 January 2024.