

<https://doi.org/10.17238/2072-3180-2026-66-73>

УДК: 006.617-089

© Ефетов С.К., Хлусов Д.И., Цао Ю., Панова П.Д., Михалютина М.А., Рузи Н., 2026



Оригинальная статья / Original article

ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТРАНСАНАЛЬНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОПЕРАЦИОННОГО ПРЕПАРАТА ПРИ КОЛОРЕКТАЛЬНОМ РАКЕ: РАЗРАБОТКА И ВНУТРЕННЯЯ ВАЛИДАЦИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

С.К. ЕФЕТОВ^{1,2} (efetov@mail.ru), Д.И. ХЛУСОВ^{1,2}, Ю. ЦАО³, П.Д. ПАНОВА², М.А. МИХАЛЮТИНА², Н. РУЗИ²

¹ Университетская клиническая больница № 4, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), 119435, Москва, Россия

² Кафедра факультетской хирургии № 2, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), 119435, Москва, Россия

³ Отделение общей хирургии, госпиталь Синьцяо при Военно-медицинском университете, Чунцин, Китай

Аннотация

Актуальность. Несмотря на широкое внедрение технологии NOSES (Natural Orifice Specimen Extraction Surgery), объективные критерии предоперационного отбора пациентов для трансанальной экстракции операционного препарата отсутствуют. Цель исследования — разработать и провести внутреннюю валидацию модели предоперационной оценки технической выполнимости трансанального извлечения.

Материалы и методы. В ретроспективное одноцентровое исследование проспективно собранных данных включены 105 пациентов с колоректальным раком. После резекции каждый операционный препарат последовательно тестировали *ex vivo* на возможность прохождения через эластичные кольца диаметром 3, 4 и 5 см. Первичной конечной точкой являлось успешное прохождение через кольцо диаметром 4 см. На основании предоперационных данных построена логистическая регрессионная модель с внутренней валидацией методом bootstrap (1000 повторов) и 10-кратной перекрёстной проверки.

Результаты. Через кольца диаметром 3, 4 и 5 см прошли соответственно 18 (17,1 %), 58 (55,2 %) и 86 (81,9 %) препаратов. Прохождение через кольцо диаметром 4 см ассоциировалось с выполнением NOSES (94,6 % против 33,8 %; $p < 0,001$). Модель включала поперечный размер опухоли, индекс массы тела и локализацию опухоли. AUC составила 0,846, после bootstrap-коррекции – 0,829, при 10-кратной перекрёстной проверке — 0,827. Анализ Decision Curve Analysis подтвердил клиническую полезность модели.

Заключение. Стандартизированная *ex vivo*-модель позволила создать воспроизводимую основу для предоперационного прогнозирования технической выполнимости NOSES. После внешней валидации модель может использоваться при планировании хирургического лечения.

Ключевые слова: NOSES; rectal cancer; colorectal cancer; minimally invasive surgery; prediction model; tumor size; body mass index (BMI); internal validation.

Конфликт интересов: отсутствует.

Финансирование: Исследование выполнено без внешнего финансирования.

Для цитирования: Ефетов С.К., Хлусов Д.И., Цао Ю., Панова П.Д., Михалютина М.А., Рузи Н. Предоперационное прогнозирование возможности трансанального извлечения операционного препарата при колоректальном раке: разработка и внутренняя валидация прогностической модели. *Московский хирургический журнал*. 2026. Спецвыпуск. С. 66–73. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2026-66-73>

Вклад авторов: Ефетов С.К. – концепция и дизайн исследования, редактирование текста, Хлусов Д.И. – сбор и обработка материалов, написание и редактирование текста, подготовка сопутствующих материалов, Цао Ю. – сбор и статистическая обработка материала, редактирование текста, Панова П.Д. – статистическая обработка и подготовка сопутствующих материалов, Михалютина М.А. – статистическая обработка и подготовка сопутствующих материалов, Рузи Н. – редактирование текста, сбор материала.

PREOPERATIVE PREDICTION OF TRANSANAL SPECIMEN EXTRACTION FEASIBILITY IN COLORECTAL CANCER: DEVELOPMENT AND INTERNAL VALIDATION OF A PREDICTION MODEL

SERGEY K. EFETOV^{1,2} (efetov@mail.ru), DENIS I. KHLUSOV^{1,2}, YU CAO³, POLINA D. PANOVA², MARINA A. MIKHALYUTINA², NILOOFAR ROUZY²

¹ University Clinical Hospital no 4, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 119435, Moscow, Russia

² Department of Faculty Surgery no 2, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 119435, Moscow, Russia

³ Department of General Surgery, Xinqiao Hospital of Army Medical University, Chongqing, China

Abstract

Introduction. Although Natural Orifice Specimen Extraction Surgery (NOSES) is increasingly used in colorectal surgery, objective criteria for preoperative selection for transanal specimen extraction remain lacking. This study aimed to develop and internally validate a preoperative model of technical feasibility based on experimental specimen testing.

Materials and methods. We performed a retrospective analysis of prospectively collected data from a consecutive single-center cohort of 105 patients with colorectal cancer. Each resected specimen was sequentially tested ex vivo for passage through elastic rings with internal diameters of 3, 4, and 5 cm. Successful passage through the 4-cm ring was the primary endpoint. A logistic regression model was developed using preoperative characteristics. Internal validation included 1000 bootstrap resamples and 10-fold cross-validation; discrimination, calibration, and clinical utility by decision curve analysis were assessed.

Results. Passage rates were 18/105 (17.1%), 58/105 (55.2 %), and 86/105 (81.9 %) for the 3-, 4-, and 5-cm rings, respectively. Passage through the 4-cm ring was associated with actual NOSES performance: 35/37 (94.6 %) versus 23/68 (33.8 %) after conventional laparoscopy ($\chi^2=33.4$; $p<0.001$). The model included transverse tumor size, body mass index, and tumor location. The apparent AUC was 0.846, the optimism-corrected AUC was 0.829, and the 10-fold cross-validated AUC was 0.827. Decision curve analysis demonstrated potential clinical utility across threshold probabilities of approximately 0.20–0.80.

Conclusion. The standardized ex vivo model provided a reproducible endpoint for preoperative prediction of transanal specimen extraction feasibility. After external validation, the model may support individualized planning of NOSES procedures.

Key words: NOSES, colorectal cancer, minimally invasive surgery, transanal specimen extraction, prediction model.

Conflict of interests: none.

For citation: Efetov S.K., Khlusov D.I., Cao Y., Panova P.D., Mikhalyutina M.A., Rouzy N. Preoperative prediction of transanal specimen extraction feasibility in colorectal cancer: development and internal validation of a prediction model. *Moscow Surgical Journal*, 2026, special issue, pp. 66–73. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2026-66-73>

Contribution of the authors: S.K. Efetov – study conception and design, manuscript editing, D.I. Khlusov – data collection and processing, manuscript drafting and editing, preparation of supplementary materials; Y. Cao – data collection, statistical analysis, manuscript editing; P.D. Panova – statistical analysis, preparation of supplementary materials; M.A. Mikhalyutina – statistical analysis, preparation of supplementary materials; N. Rouzy – manuscript editing, data collection.

Введение

Колоректальный рак остаётся одной из ведущих причин онкологической заболеваемости и смертности во всём мире. Хирургическое лечение является основным методом радикальной терапии локализованных форм заболевания, а развитие малоинвазивных технологий направлено на уменьшение операционной травмы при сохранении онкологической радикальности.

Одним из таких направлений является Natural Orifice Specimen Extraction Surgery (NOSES), предусматривающая извлечение операционного препарата через естественное отверстие без дополнительного минилапаротомного разреза. В отобранных группах пациентов NOSES ассоциируется с меньшей послеоперационной болью и частотой раневых осложнений, более быстрым восстановлением и лучшим косметическим результатом при сопоставимых онкологических исходах [1–4, 7].

Несмотря на развитие технологии, объективный предоперационный отбор пациентов остаётся нерешённой задачей. Существующие рекомендации содержат преимущественно ориентировочные ограничения по индексу массы тела, размерам опухоли и объёму удаляемого препарата [3, 4].

На практике решение о возможности трансанального извлечения часто принимается интраоперационно и зависит от опыта хирурга, хирургической тактики и особенностей центра.

Дополнительной методологической проблемой является выбор конечной точки: в большинстве исследований ею служит сам факт выполнения NOSES. Такой исход частично отражает предшествующий клинический отбор и поэтому не является полностью независимой мерой механической выполнимости. Для построения воспроизводимого прогностического инструмента необходим формализованный критерий, приближённо моделирующий ограничения естественного пути извлечения.

В настоящем исследовании в качестве такой конечной точки использована ex vivo-модель последовательного прохождения удалённого препарата через эластичные кольца фиксированного диаметра. Кольцо диаметром 4 см обеспечило наиболее сбалансированное распределение исхода и наиболее выраженную связь с фактическим выполнением NOSES.

Цель исследования – разработать и провести внутреннюю валидацию клинической прогностической модели предоперационного отбора пациентов для трансанального извлечения.

перационной оценки технической выполнимости трансанального извлечения операционного препарата на основе стандартизированной экспериментальной конечной точки.

Материалы и методы

Дизайн исследования

Выполнен ретроспективный анализ проспективно собранных данных последовательной одноцентровой когорты по разработке и внутренней валидации клинической прогностической модели. Исследование основано на последовательной когорте пациентов, у которых после радикальной резекции выполняли стандартизированное *ex vivo*-тестирование удалённого препарата. Рукопись подготовлена с учётом рекомендаций TRIPOD [5].

Пациенты

В исследование включены данные 105 последовательных пациентов с морфологически подтверждённым колоректальным раком, перенёсших радикальное хирургическое лечение в Университетской клинической больнице № 4 Сеченовского Университета с января 2022 по декабрь

2025 года. Критериями включения были возраст ≥ 18 лет, радикальная резекция, возможность стандартизированного тестирования препарата и наличие полного объёма предоперационных данных. Исключали пациентов с неполными данными, невозможностью экспериментального тестирования, паллиативными вмешательствами и операциями по поводу рецидива заболевания.

Исследование одобрено локальным этическим комитетом № 25–22 от 08.12.2022 года и выполнено в соответствии с Хельсинкской декларацией. Все пациенты подписали информированное добровольное согласие.

Экспериментальная модель и конечная точка

После завершения операции каждый удалённый препарат последовательно исследовали *ex vivo* с использованием плотно-эластичных колец с внутренним диаметром 3, 4 и 5 см. Испытание начинали с кольца минимального диаметра. Все эксперименты выполнялись одним исследователем, препараты пропускались без усилий. Успешным считали прохождение препарата через кольцо без нарушения его целостности (рис. 1).

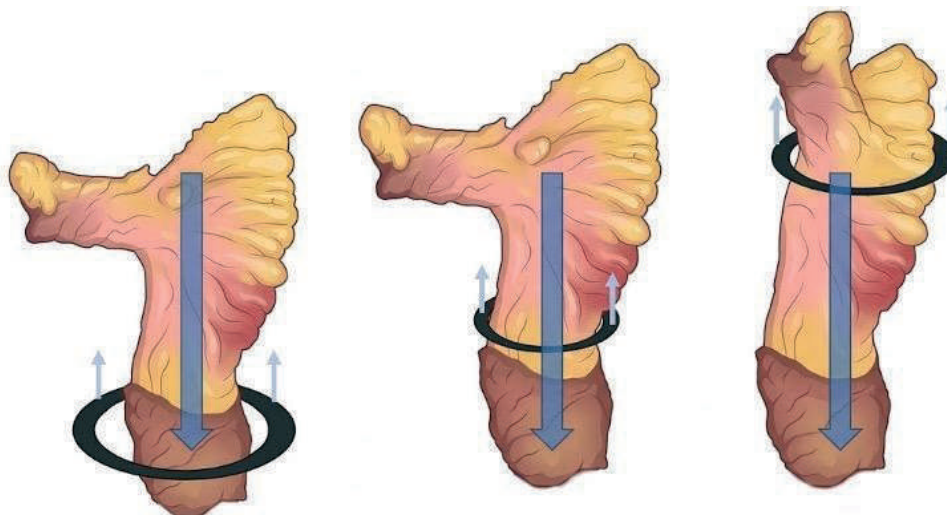


Рис. 1. Схематическое изображение механики прохождения операционного препарата через экспериментальное кольцо

Fig. 1. Schematic representation of specimen passage mechanics through the experimental ring

Первичной конечной точкой было успешное прохождение через кольцо диаметром 4 см. Кольцо диаметром 3 см характеризовалось низкой частотой прохождения препарата, а кольцо диаметром 5 см – недостаточной селективностью; кольцо диаметром 4 см обеспечило наиболее сбалансированное распределение бинарного исхода.

Предикторы

Кандидатные предоперационные предикторы включали возраст, пол, индекс массы тела (ИМТ), локализацию опухоли,

ли, поперечный и продольный размеры опухоли по данным МРТ при локализации в прямой кишке и по данным КТ при локализации в ободочной кишке, эндоскопическую форму опухоли, категории cT и cN, расстояние от брюшины до нижней брыжеечной артерии (PID), толщину паранефральной и подкожной жировой клетчатки, сопутствующие заболевания, операции на органах брюшной полости в анамнезе и неоадьювантное лечение. Локализацию объединяли в три категории: правые отделы ободочной кишки, левые отделы ободочной кишки и прямая/ректосигмоидное соединение.

Статистический анализ

Количественные данные представляли как среднее значение $\pm$ стандартное отклонение, категориальные – как абсолютное число и долю. Связь прохождения через кольцо диаметром 4 см с фактическим выбором NOSES оценивали критерием χ^2 . Для скрининга потенциальных предикторов применяли однофакторную логистическую регрессию.

В окончательную многофакторную логистическую модель включили поперечный размер опухоли, ИМТ и локализацию опухоли. Дискриминацию оценивали по площади под ROC-кривой (AUC), калибровку – графически по децилям прогнозируемого риска и с использованием показателя Brier score. Внутреннюю валидацию проводили методом bootstrap с 1000 повторов и 10-кратной перекрёстной проверкой. Клиническую полезность оценивали методом Decision Curve Analysis [6]. Для формирования прикладного алгоритма построено дерево решений с тремя терминальными узлами. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$. Статистический анализ был выполнен с использованием языка программирования Python (версия 3.12) и библиотек pandas, NumPy, statsmodels и scikit-learn. Построение графиков осуществляли с использованием библиотеки matplotlib.

Результаты

Экспериментальное тестирование и клиническая привязка

Все 105 препаратов прошли последовательное тестирование. Через кольца диаметром 3, 4 и 5 см прошли соответственно 18 (17,1 %), 58 (55,2 %) и 86 (81,9 %) препаратов (табл. 1).

Таблица 1

Результаты прохождения операционных препаратов через экспериментальные кольца

Table 1

Passage of surgical specimens through experimental rings

Диаметр кольца/ Ring diameter	Прошли/ Passed, n (%)	Не прошли/ Did not pass, n (%)
3 см/cm	18/105 (17,1)	87/105 (82,9)
4 см/cm	58/105 (55,2)	47/105 (44,8)
5 см/cm	86/105 (81,9)	19/105 (18,1)

Примечание / Note. Данные представлены как n/N (%). / Data are presented as n/N (%).

Прохождение через кольцо диаметром 4 см было тесно связано с фактическим выполнением NOSES: положительный результат зарегистрирован у 35 из 37 пациентов (94,6 %) в группе NOSES и у 23 из 68 пациентов (33,8 %) в группе стандартной лапароскопии ($\chi^2=33,4$; $p < 0,001$) (табл. 2).

Таблица 2

Прохождение через кольцо диаметром 4 см в зависимости от фактического вида операции

Table 2

Passage through the 4-cm ring according to the actual surgical approach

Вид операции/ Surgical procedure	Прошли/ Passed, n (%)	Не прошли/ Did not pass, n (%)
Стандартная лапароскопия/ Conventional laparoscopic surgery	23/68 (33,8)	45/68 (66,2)
NOSES	35/37 (94,6)	2/37 (5,4)

Примечание / Note. $\chi^2=33,4$; $p < 0,001$. NOSES – извлечение операционного препарата через естественное отверстие. / NOSES – natural orifice specimen extraction surgery.

Исходные характеристики

Пациенты, препараты которых не прошли через кольцо диаметром 4 см, имели более высокий ИМТ, больший поперечный и продольный размеры опухоли, большее значение PID и более высокую долю опухолей правых отделов ободочной кишки (табл. 3).

Таблица 3

Исходные характеристики пациентов в зависимости от прохождения препарата через кольцо диаметром 4 см

Table 3

Baseline characteristics according to passage through the 4-cm ring

Показатель/ Variable	Не прошли/ Did not pass (n=47)	Прошли/ Passed (n=58)
Возраст/ Age, years	62,3 $\pm$ 15,4	59,1 $\pm$ 9,2
Мужской пол/ Male sex	26/47 (55,3)	22/58 (37,9)
ИМТ/ Body mass index (BMI), kg/m ²	26,8 $\pm$ 5,1	24,5 $\pm$ 3,8
Поперечный раз- мер опухоли/ Tumor transverse diameter, cm	4,0 $\pm$ 1,1	2,9 $\pm$ 0,7
Продольный размер опухоли, см/ Tumor longitudinal diameter, cm	4,7 $\pm$ 1,6	3,4 $\pm$ 1,0
PID, cm	7,5 $\pm$ 2,9	6,0 $\pm$ 2,6
Правые отделы обо- дочной кишки/ Right colon	20/47 (42,6)	5/58 (8,6)

Окончание Таблицы 3 / End of Table 3

Показатель/ Variable	Не прошли/ Did not pass (n=47)	Прошли/ Passed (n=58)
Левые отделы ободочной кишки/ Left colon	14/47 (29,8)	24/58 (41,4)
Прямая кишка/ректосигмоидный отдел/ Rectum/rectosigmoid	13/47 (27,7)	29/58 (50,0)

Примечание / Note. Количественные данные представлены как среднее $\pm$ стандартное отклонение, категориальные – как n/N (%). ИМТ – индекс массы тела; PID – расстояние от брюшины до нижней брыжеечной артерии. / Continuous variables are presented as mean $\pm$ standard deviation; categorical variables as n/N (%). BMI – body mass index; PID – peritoneum-to-inferior mesenteric artery distance.

Прогностическая модель

В многофакторной модели поперечный размер опухоли, ИМТ и локализация опухоли сохраняли прогностическую значимость (табл. 4). Увеличение поперечного размера опухоли на 1 см снижало шансы прохождения через кольцо диаметром 4 см (OR 0,27; 95 % ДИ 0,14–0,52; $p < 0,001$), как и увеличение ИМТ на 1 кг/м² (OR 0,87; 95 % ДИ 0,77–0,97; $p = 0,016$). По сравнению с опухолями правых отделов ободочной кишки локализация в прямой кишке была связана с более высокой вероятностью прохождения (OR 4,96; 95 % ДИ 1,31–18,86; $p = 0,019$).

Таблица 4

Многофакторная логистическая модель прогнозирования прохождения через кольцо диаметром 4 см

Table 4

Multivariable logistic regression model for prediction of 4-cm ring passage

Предиктор/ Predictor	OR (95% ДИ)/ OR (95% CI)	P
Константа/ Intercept	1505,40 (19,72–114897,93)	<0,001
Левые против правых отделов ободочной кишки/ Left colon vs right colon	2,06 (0,52–8,15)	0,302
Прямая кишка против правых отделов ободочной кишки/ Rectum vs right colon	4,96 (1,31–18,86)	0,019
Поперечный размер опухоли, на 1 см/ Transverse tumor size, per cm	0,27 (0,14–0,52)	<0,001
ИМТ, на 1 кг/м ² / BMI, per kg/m ²	0,87 (0,77–0,97)	0,016

Примечание / Note. OR – отношение шансов; ДИ – доверительный интервал; ИМТ – индекс массы тела. / OR – odds ratio; CI – confidence interval; BMI – body mass index.

Уравнение модели: $\text{logit}(p) = 7,317 + 0,724 \times (\text{левые отделы}) + 1,602 \times (\text{прямая кишка}) - 1,296 \times (\text{поперечный размер опухоли, см}) - 0,142 \times (\text{ИМТ, кг/м}^2)$, где правые отделы ободочной кишки являются референтной категорией.

Дискриминация, калибровка и внутренняя валидация

AUC модели составила 0,846 (bootstrap 95 % ДИ 0,761–0,919). При пороге вероятности 0,50 чувствительность составила 84,5 %, специфичность – 72,3 %, положительная прогностическая ценность – 79,0 %, отрицательная прогностическая ценность – 79,1 %, точность – 79,0 %.

Средний оптимизм AUC по результатам 1000 bootstrap-повторов составил 0,017, скорректированная на оптимизм AUC – 0,829, а AUC при 10-кратной перекрёстной проверке – 0,827. Скорректированный Brier score составил 0,169, калибровочный наклон – 0,901 (табл. 5).

Таблица 5

Характеристики прогностической модели и результаты внутренней валидации

Table 5

Prediction model performance and internal validation

Показатель/ Metric	Значение/ Value
Исходная AUC/ Apparent AUC	0,846
Bootstrap 95 % ДИ AUC/ Bootstrap AUC 95 % CI (resampling apparent predictions)	0,761–0,919
Средний оптимизм AUC (1000 повторов)/ Mean optimism in AUC (1000 bootstrap samples)	0,017
AUC после коррекции на оптимизм/ Optimism-corrected AUC	0,829
AUC при 10-кратной перекрёстной проверке / 10-fold cross-validated AUC	0,827
Исходный Brier score/ Apparent Brier score	0,153
Brier score после коррекции/ Optimism-corrected Brier score	0,169
Калибровочный наклон после коррекции/ Optimism-corrected calibration slope	0,901
Чувствительность при пороге 0,50/ Sensitivity at 0,50 threshold	84,5 %
Специфичность при пороге 0,50/ Specificity at 0,50 threshold	72,3 %
Точность при пороге 0,50/ Accuracy at 0,50 threshold	79,0 %

Примечание / Note. AUC – площадь под ROC-кривой; Brier score – среднеквадратичная ошибка вероятностного прогноза. / AUC – area under the ROC curve.

Калибровочный график показал приемлемое соответствие прогнозируемых и наблюдаемых вероятностей (рис. 2).

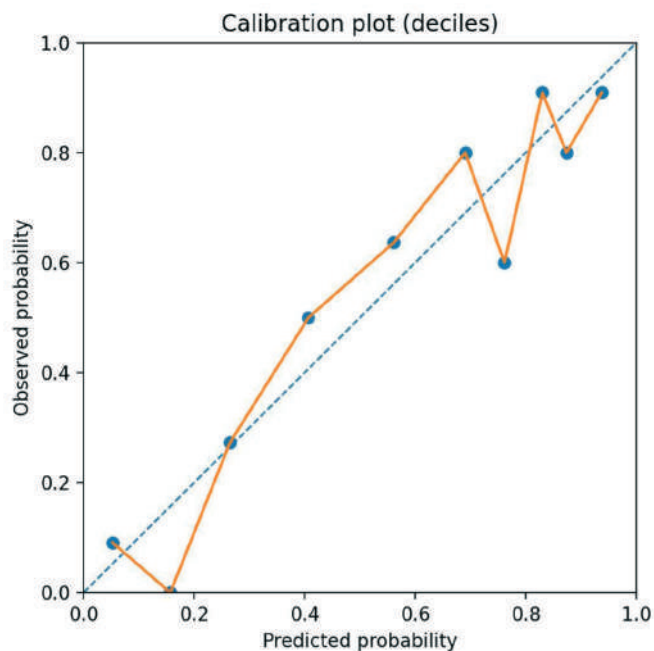


Рис. 2. Калибровочный график модели по децилям прогнозируемой вероятности
Fig. 2. Calibration plot by deciles of predicted probability

Анализ кривых принятия решений продемонстрировал преимущество модели по чистой клинической выгоде по сравнению со стратегиями «применять ко всем» и «не применять ни к кому» при пороговых вероятностях приблизительно от 0,20 до 0,80.

Прикладная стратификация риска

В дереве решений первым разделяющим признаком был поперечный размер опухоли с порогом 3,85 см. При размере >3,85 см наблюдаемая вероятность прохождения составляла 14,7 %. У пациентов с меньшим размером опухоли дополнительную стратификацию обеспечивал ИМТ: при ИМТ >25,01 кг/м² вероятность составляла 54,8 %, а при ИМТ ≤25,01 кг/м² — 90,0 %. Для упрощённого клинического представления выявленных закономерностей дополнительно было построено иллюстративное дерево решений. Оно не рассматривалось как самостоятельная прогностическая модель и не заменяет основную логистическую регрессионную модель (рис. 3; табл. 6).

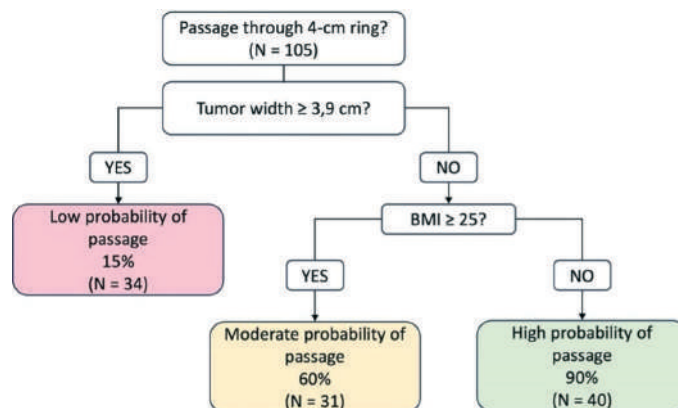


Рис. 3. Упрощённое дерево решений для предоперационной стратификации вероятности прохождения через кольцо диаметром 4 см
Fig. 3. Simplified decision tree for preoperative

Таблица 6
Прикладная стратификация вероятности прохождения
через кольцо диаметром 4 см

Table 6

Bedside stratification of 4-cm ring passage probability

Группа/ Risk group	Критерий/ Rule	Успеш- ное про- хождение/ Successful passage	Наблюдаемая вероятность/ Observed probability
Неблаго- приятная/ Unfavorable	Поперечный размер опу- хотли >3,85 см/ Transverse tumor size >3,85 cm	5/34	14,7 % (95 % ДИ 6,4–30,1 %)
Промежу- точная/ Intermediate	Поперечный размер опухоли ≤3,85 см и ИМТ >25,01 кг/м ² / Transverse tumor size ≤3.85 cm and BMI >25,01 kg/m ²	17/31	54,8 % (95 % ДИ 37,8–70,8 %)
Благопри- ятная/ Favorable	Поперечный размер опухоли ≤3,85 см и ИМТ ≤25,01 кг/м ² / Transverse tumor size ≤3,85 cm and BMI ≤25,01 kg/m ²	36/40	90,0 % (95 % ДИ 76,9–96,0 %)

Примечание / Note. ИМТ – индекс массы тела. / BMI – body mass index.

Обсуждение

В исследовании разработана и внутренне валидирована компактная модель предоперационного прогнозирования технической выполнимости трансанального извлечения препарата при колоректальном раке. Основным предиктором оказался поперечный размер опухоли; ИМТ и локализация опухоли обеспечивали дополнительную стратификацию. Небольшой оптимизм AUC после bootstrap-коррекции и сопоставимый результат перекрёстной проверки указывают на приемлемую устойчивость модели в пределах исходной выборки.

Экспериментальная конечная точка с использованием кольца диаметром 4 см переводит субъективную интраоперационную оценку в воспроизводимый бинарный исход. Её тесная связь с фактическим выполнением NOSES подтверждает клиническую релевантность, однако может частично отражать исходные предпочтения хирургов и особенности отбора пациентов. Поэтому модель следует рассматривать как инструмент оценки механической выполнимости, а не как замену клиническому решению.

Особого внимания заслуживают два пациента, у которых трансанальное извлечение препарата было успешно выполнено несмотря на отрицательный результат экспериментального тестирования. Это наблюдение подчёркивает различия между экспериментальной моделью и реальной клинической ситуацией. Ex vivo-модель не воспроизводит растяжимость анального канала, эластичность тканей таза, изменение ориентации препарата при тракции и возможность его контролируемой деформации in vivo. Следовательно, предложенная конечная точка отражает преимущественно механическую выполнимость экстракции в стандартизированных условиях и не может полностью заменить клиническую оценку хирурга.

Преимуществом модели является её парсимоничность. Все три предиктора доступны при стандартном предоперационном обследовании, а упрощённое дерево решений позволяет выделить благоприятную, промежуточную и неблагоприятную группы. Такой подход может быть полезен для информирования пациента, выбора стратегии извлечения, подготовки защитных устройств и планирования резервного доступа.

Ранее были предложены номограммы оценки возможности NOSES после операций на прямой и ободочной кишке [1, 2]. Отличительной особенностью настоящего исследования является использование экспериментальной механической конечной точки, а не фактически выбранного вида операции. Это уменьшает, хотя и не устраняет полностью, риск циркулярности между предпочтением хирурга и моделируемым исходом.

Исследование имеет ограничения. Оно выполнено ретроспективно в одном центре на выборке из 105 пациентов.

Число кандидатных предикторов было значительным относительно размера выборки, поэтому предпочтение отдано компактной модели и проведена внутренняя валидация. Выбор первичной конечной точки был выполнен после пилотного анализа и требует независимого подтверждения. Ex vivo-тест не воспроизводит эластичность анального канала, геометрию таза, направление тракции, ориентацию и деформацию препарата в реальных условиях. Кроме того, экспериментальная конечная точка является суррогатом клинической выполнимости. Перед широким внедрением необходима независимая проспективная многоцентровая внешняя валидация.

Заключение

Стандартизированное ex vivo-тестирование операционного препарата позволило сформировать воспроизводимую конечную точку для предоперационного прогнозирования технической выполнимости трансанального извлечения. Компактная модель, включающая поперечный размер опухоли, ИМТ и локализацию опухоли, продемонстрировала хорошую дискриминацию, приемлемую внутреннюю валидацию и потенциальную клиническую полезность. После внешней валидации модель может применяться как дополнение к клиническому решению при планировании NOSES.

Список литературы:

1. Huang B., Liu M., Gao W., Tang J., Zhu Z., Chen L. et al. Nomogram for predicting the feasibility of natural orifice specimen extraction after laparoscopic rectal resection. *J Gastroenterol Hepatol.*, 2021, no 36, pp. 1803–1811. <https://doi.org/10.1111/jgh.15333>
2. Zhang Z.Y., Zhu Z., Zhang Y., Ni L., Lu B. A nomogram for predicting feasibility of laparoscopic anterior resection with trans-rectal specimen extraction (NOSES) in patients with upper rectal cancer. *BMC Surg.*, 2021, no 21, pp. 296. <https://doi.org/10.1186/s12893-021-01290-4>
3. Guan X., Liu Z., Longo A., Cai J.C., Chen W.T.L., Chen L.C. et al. International consensus on natural orifice specimen extraction surgery (NOSES) for colorectal cancer. *Gastroenterol Rep (Oxf)*, 2019, no 7, pp. 24–31. <https://doi.org/10.1093/gastro/goy055>
4. Liu Z., Guan X., Zhang M., Hu X., Yang M., Bai J. et al. International guideline on natural orifice specimen extraction surgery (NOSES) for colorectal cancer (2023 version). *Holist Integr Oncol.*, 2023, no 2, pp. 9. <https://doi.org/10.1007/s44178-023-00034-z>
5. Collins G.S., Reitsma J.B., Altman D.G., Moons K.G.M. Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): the TRIPOD statement. *BMJ*, 2015, no 350, pp. g7594. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7594>
6. Vickers A.J., Elkin E.B. Decision curve analysis: a novel method for evaluating prediction models. *Med Decis Making.*, 2006, no 26, pp. 565–574. <https://doi.org/10.1177/0272989X06295361>
7. Ефетов С.К., Цао Ю., Хлусов Д.И., Зубайраева А.А., Краснов Я.П. Непосредственные результаты лечения колоректального рака после выполнения лапароскопических операций с извлечением препарата через естественные отверстия (NOSES)

и с мини-лапаротомией. *Московский хирургический журнал*. 2024. № 4. С. 116–125. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2024-4-116-125>

References:

1. Huang B., Liu M., Gao W., Tang J., Zhu Z., Chen L. et al. Nomogram for predicting the feasibility of natural orifice specimen extraction after laparoscopic rectal resection. *J Gastroenterol Hepatol.*, 2021, no 36, pp. 1803–1811. <https://doi.org/10.1111/jgh.15333>
2. Zhang Z.Y., Zhu Z., Zhang Y., Ni L., Lu B. A nomogram for predicting feasibility of laparoscopic anterior resection with transrectal specimen extraction (NOSES) in patients with upper rectal cancer. *BMC Surg.*, 2021, no 21, pp. 296. <https://doi.org/10.1186/s12893-021-01290-4>
3. Guan X., Liu Z., Longo A., Cai J.C., Chen W.T.L., Chen L.C. et al. International consensus on natural orifice specimen extraction surgery (NOSES) for colorectal cancer. *Gastroenterol Rep (Oxf)*, 2019, no 7, pp. 24–31. <https://doi.org/10.1093/gastro/goy055>
4. Liu Z., Guan X., Zhang M., Hu X., Yang M., Bai J. et al. International guideline on natural orifice specimen extraction surgery (NOSES) for colorectal cancer (2023 version). *Holist Integr Oncol.*, 2023, no 2, pp. 9. <https://doi.org/10.1007/s44178-023-00034-z>
5. Collins G.S., Reitsma J.B., Altman D.G., Moons K.G.M. Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): the TRIPOD statement. *BMJ*, 2015, no 350, pp. g7594. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7594>
6. Vickers A.J., Elkin E.B. Decision curve analysis: a novel method for evaluating prediction models. *Med Decis Making.*, 2006, no 26, pp. 565–574. <https://doi.org/10.1177/0272989X06295361>
7. Efetov S.K., Cao Yu., Khlusov D.I., Zubayraeva A.A., Krasnov Ya.P. Short-term outcomes of colorectal cancer treatment after natural orifice specimen extraction surgery (NOSES) and with conventional laparoscopy. *Moscow Surgical Journal*, 2024, no 4, pp. 116–125. (In Russ.) <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2024-4-116-125>

Сведения об авторах:

Ефетов Сергей Константинович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий хирургическим отделением № 2 УКБ 4 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), 119048, Россия, Москва, ул. Доватора, д. 15, стр. 2, email: efetov@mail.ru.

ORCID: 0000-0003-0283-2217

Хлусов Денис Игорьевич – ассистент кафедры факультетской хирургии № 2, врач-хирург, онколог хирургического отделения № 2 УКБ 4 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), 119048, Россия, Москва, ул. Доватора, д. 15, стр. 2, email: denis.khlusov@yandex.ru.

ORCID: 0000-0002-8647-7605

Цао Юй – врач-хирург Отделения общей хирургии, госпиталя Синьцяо при Военно-медицинском университете, Чунцин, Китай, email: drcaoyu0124@gmail.com.

ORCID: 0000-0002-9682-0980

Панова Полина Дмитриевна – аспирант кафедры факультетской хирургии № 2 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), 119048, Россия, Москва, ул. Доватора, д. 15, стр. 2,

ORCID: 0000-0002-8871-6403

Михалютин Марина Алексеевна – студент кафедры факультетской хирургии № 2 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), 119048, Россия, Москва, ул. Доватора, д. 15, стр. 2, email: Lysenko.ms@bk.ru.

ORCID: 0009-0007-5637-9581

Роузи Нилуфар – студент кафедры факультетской хирургии № 2 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), 119048, Россия, Москва, ул. Доватора, д. 15, стр. 2, email: niloufar.rouzi@gmail.com.

ORCID: 0009-0000-1381-1855

Information about the authors:

Efetov Sergey Konstantinovich – MD, DSc (Med), Professor, Head of the Surgical Department no 2 of the University Clinical Hospital no 4 of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 119048, 15 Dovatora str., bldg. 2, Moscow, Russia, email: efetov@mail.ru.

ORCID: 0000-0003-0283-2217

Khlusov Denis Igorevich – assistant at the Department of Faculty Surgery no 2 Clinical Hospital no 4 of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 119048, 15 Dovatora str., bldg. 2, Moscow, Russia, email: denis.khlusov@yandex.ru.

ORCID: 0000-0002-8647-7605

Cao Yu – Department of General Surgery, Xinqiao Hospital of Army Medical University, Chongqing, China, email: drcaoyu0124@gmail.com.

ORCID: 0000-0002-9682-0980

Panova Polina Dmitrievna – postgraduate student at the Department of Faculty Surgery no 2 Clinical Hospital no 4 of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 119048, 15 Dovatora str., bldg. 2, Moscow, Russia,

ORCID: 0000-0002-8871-6403

Mikhalyutina Marina Alekseevna – student at the Department of Faculty Surgery no 2 Clinical Hospital no 4 of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 119048, 15 Dovatora str., bldg. 2, Moscow, Russia, email: Lysenko.ms@bk.ru.

ORCID: 0009-0007-5637-9581

Niloufar Rouzy – student at the Department of Faculty Surgery no 2 Clinical Hospital no 4 of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 119048, 15 Dovatora str., bldg. 2, Moscow, Russia, email: niloufar.rouzi@gmail.com.

ORCID: 0009-0000-1381-1855