

Разработка и валидация прогностической модели диагностики острого аппендицита у детей

О.Н. Пайзе¹, Е.А. Тонеев^{2,3}✉, Р.Ф. Шагдалеев^{2,3}, Д.А. Благовестнов⁴, П.М. Староконь⁵, Р.М. Шабаев⁴, М.А. Белова², А.Д. Терягова², М.Ш. Куликова², К.Я. Васильева², Ж.И. Крымская²

Кафедра факультетской хирургии медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова

¹ ГУЗ «Ульяновская областная детская клиническая больница имени политического и общественного деятеля

Ю.Ф. Горячева»

432063, Российская Федерация, Ульяновск, ул. 3 Интернационала, д. 7

² ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»

432017, Российская Федерация, Ульяновск, ул. Льва Толстого, д. 42

³ ГУЗ «Областной клинический онкологический диспансер»

432017, Российская Федерация, Ульяновск, ул. 12 Сентября, д. 90

⁴ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» МЗ РФ

125993, Российская Федерация, Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1

⁵ Филиал ФГБВОУ ВО «Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова» МО РФ

107392, Российская Федерация, Москва, ул. Малая Черкизовская, д. 7

✉ Контактная информация: Тонеев Евгений Александрович, кандидат медицинских наук, врач-торакальный хирург хирургического отделения торакальной онкологии ГУЗ ОКОД; доцент кафедры госпитальной хирургии им. В.И. Мидленко, ординатор кафедры акушерства и гинекологии медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова Института медицины, экологии и физической культуры ФГБОУ ВО УлГУ. Email: e.toneev@inbox.ru

ЦЕЛЬ

Построить прогностическую модель прогнозирования наличия острого аппендицита (ОА) у пациентов детского возраста.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проведено на базе хирургического отделения ГУЗ «Ульяновская областная детская клиническая больница» в период с 01.09.2023 по 01.06.2024, в анализ были включены пациенты, которые поступили в стационар с подозрением на ОА. Всего в исследование были включены 400 пациентов, 300 из которых имели подтверждённый диагноз ОА и 100 – с другими дифференцируемыми заболеваниями. Была проведена оценка характеристик исследуемых пациентов по единому разработанному протоколу.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Однофакторный статистический анализ показал, что наиболее часто приходится дифференцировать данные патологии у детей 6–12 лет.

Логистический регрессионный анализ показал, что наличие тошноты (ОШ 11,586; 95% ДИ 3,347–40,125), количество лейкоцитов в крови (ОШ 1,52; 95% ДИ 1,343–1,721), количество лимфоцитов в крови (ОШ 0,59; 95% ДИ 0,371–0,939), возраст (ОШ 1,207; 95% ДИ 1,079–1,350), диаметр аппендициса более 6 мм (ОШ 32,691; 95% ДИ 12,846–83,179), наличие рвоты (ОШ 0,121; 95% ДИ 0,03–0,487) были независимыми факторами риска ОА у детей в проведении дифференциальной диагностики.

Указанные переменные в логистическом регрессионном анализе включены в модель номограммы. Результаты проверки показали, что площадь под ROC-кривой составила $0,967 \pm 0,008$ с 95% ДИ: 0,951–0,983. Полученная модель была статистически значимой ($p < 0,001$).

ВЫВОД

Разработана номограмма и прогностический интерактивный калькулятор для прогнозирования наличия острого аппендицита у детей при проведении дифференциальной диагностики с другими заболеваниями.

Ключевые слова:

острый аппендицит у детей, дифференциальная диагностика острого аппендицита, функциональное расстройство кишечника, номограмма

Ссылка для цитирования

Пайзе О.Н., Тонеев Е.А., Шагдалеев Р.Ф., Благовестнов Д.А., Староконь П.М., Шабаев Р.М. и др. Разработка и валидация прогностической модели диагностики острого аппендицита у детей. *Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь*. 2025;14(4):714–723. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2025-14-4-714-723>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Благодарность, финансирование

Работа выполнена в соответствии с планом научных исследований медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова Института медицины, экологии и физической культуры, ФГБОУ ВО УлГУ.

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов авторы не получали

ДИ — доверительный интервал
МСКТ — мультиспиральная компьютерная томография
НЛИ — нейтрофильно-лимфоцитарный индекс

ОА — острый аппендицит
ОШ — отношение шансов
ТЛИ — тромбоцитарно-лимфоцитарный индекс

ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее часто встречающихся патологий в ургентной хирургии пациентов детского возраста является острый аппендицит (ОА). Частота встречаемости ОА у детей в Российской Федерации варьирует от 3 до 6 случаев на 1000 человек в зависимости от региона [1].

Такие трудности, как особенности психологического развития детей и повышенная мобильность червеобразного отростка обуславливают сложность ранней диагностики данной патологии. Сложности в дифференциальной диагностике и применение выжидательной тактики зачастую приводят к поздней постановке точного диагноза, что может повлечь за собой развитие деструктивных форм ОА и дополнительные осложнения, среди которых наиболее часто встречаются: перфорация червеобразного отростка, аппендикулярный инфильтрат, периаппендикулярный абсцесс, перитонит и сепсис [2–4].

Существующие прогностические модели для дифференциальной диагностики ОА являются малоэффективными, поскольку имеют недостаточно высокую чувствительность и специфичность, которые, например, у широко известной шкалы Альворадо составляют лишь 54% и 75% соответственно [5]. Учитывая вышеописанное, существует необходимость поиска и создания новых прогностических моделей, позволяющих своевременно поставить диагноз «Острый аппендицит» и тем самым улучшить результаты лечения данной патологии.

Цель данного исследования — выявление значимых прогностических индикаторов острого аппендицита у детей, а также создание прогностической модели для своевременного его выявления.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Ретроспективно проанализированы данные о 300 пациентах детского возраста с выявленным ОА и 100 пациентах с другими заболеваниями, с которыми проводили дифференциальную диагностику (острые респираторные вирусные инфекции, функциональное расстройство кишечника, мезаденит, гастроэнтерит, гинекологическая патология). Все пациенты проходили стационарное лечение на базе хирургического отделения ГУЗ «Ульяновская областная детская клиническая больница имени политического и общественного деятеля Ю.Ф. Горячева» в период с 01.09.2023 по 01.06.2024 [6].

Данное исследование одобрено этическим комитетом ГУЗ УОДКБ № 183 от 01.09.2023, законные представители всех несовершеннолетних пациентов подписали добровольное информированное согласие.

Все пациенты были распределены по возрасту согласно единому разработанному протоколу. Дизайн исследования с классификацией пациентов по возрасту представлен на рис. 1.

Для анализа воспалительных проявлений были выполнены следующие исследования:

1) в общем анализе крови были проанализированы такие параметры, как: количество лейкоцитов, лимфоцитов, нейтрофилов, тромбоцитов, гемоглобина;

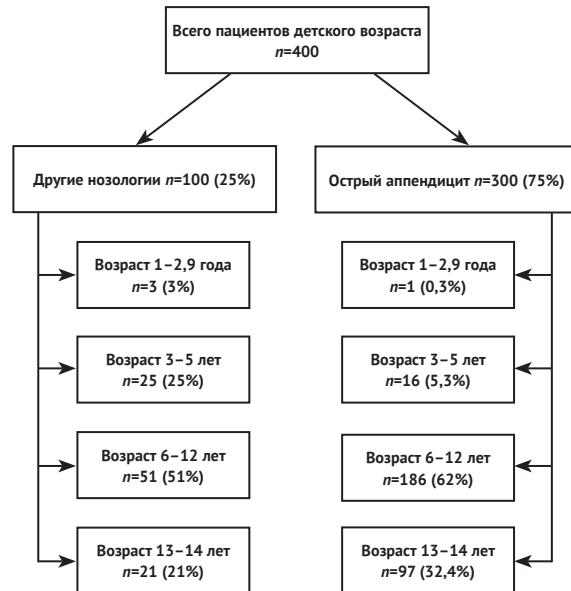


Рис. 1. Дизайн исследования
Fig. 1. Study Design

2) оценка индексов воспалительного ответа: НЛИ (нейтрофильно-лимфоцитарный индекс), ТЛИ (тромбоцитарно-лимфоцитарный индекс), индекс Гаркави [7].

Ультразвуковое исследование (УЗИ) осуществляли на аппарате экспертного класса всем пациентам при поступлении в приёмное отделение стационара. При обращении ребёнка в медицинское учреждение выполнялся весь алгоритм диагностических мероприятий согласно Федеральным клиническим рекомендациям «Острый аппендицит у детей» (2013 год) [8].

Анализ статистических данных

Сравнение процентных долей при анализе четырёхпольных таблиц сопряжённости осуществляли с помощью критерия хи-квадрат Пирсона (при значениях ожидаемого явления более 10), точного критерия Фишера (при значениях ожидаемого явления менее 10). Построение прогностической модели вероятности определённого исхода выполняли при помощи метода логистической регрессии. Для оценки диагностической значимости количественных признаков при прогнозировании определённого исхода применяли метод анализа ROC-кривых. Разделяющее значение количественного признака в точке cut-off определялось по наивысшему значению индекса Юдена. Все проведённые анализы были выполнены с помощью программы StatTech v. 4.2.5 (разработчик — ООО «Статтех», Россия).

В однофакторном анализе рассчитывали не скорректированные отношения шансов — ОШ (COR, Crude Odds Ratio) с 95% доверительным интервалом — ДИ. Для многофакторного анализа использовали логистическую регрессию с пошаговой коррекцией предикторов, результат представлен как скорректированное ОШ (AOR, Adjusted Odds Ratio). Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

После построения логистической регрессии был выполнен *Bootstrap* исходных данных до 1500 пациентов. Каждое моделирование приводит к новой выборке того же размера, что и исходный набор данных (400 пациентов), который генерируется в процессе случайного отбора (с заменой) лиц из исходной выборки. На основе полученной модели выполнено построение дерева принятия решений при помощи программы *IBM SPSS Statistic v26.0 (IBM – International Business Machines)*. Из полученной *Bootstrap*-модели построена логистическая регрессия, которую сравнивали с исходной до полного их соответствия. Для оптимизации параметров модели и предотвращения переобучения использовали алгоритмы машинного обучения.

Дискриминативность модели (точность классификации) оценивали по значению С-индекса (AUC). Калибровку модели оценивали путём построения слаженной калибровочной кривой с оценкой уровня наклона кривой (*Slope*), максимальной и средней ошибок калибровки на валидационном наборе данных. В ходе построения моделей проверялись допущения на линейность независимых переменных и логарифма шансов (графический метод, тест Бокса-Тидвелла) и выполнялась проверка на полное (квазиполное) разделение и мультиколлинеарность (через корреляционный анализ ковариат методом Спирмена и вычисление коэффициента инфляции дисперсии — *VIF*).

На основе обученной логистической регрессии и последующих *Bootstrap*-выборках построены прогностическая модель и калькулятор прогнозирования риска ОА у детей, который размещён в виде интерактивного приложения на интернет-ресурсе в общем доступе. Программирование выполнялось при помощи *R 4.3.0 (r-project.org)*

РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследовании проанализированы основные клинико-анамнестические данные пациентов с ОА и другими дифференцируемыми заболеваниями, результаты которых представлены в табл. 1. Анализ данных показал, что в обеих группах пациентов наиболее многочисленной была возрастная группа 6–12 лет.

При однофакторном статистическом анализе клинических симптомов выявлено, что значимыми параметрами в зависимости от заболевания являются тошнота, симптом Кохера и более высокая температура тела (табл. 2).

Выполнен анализ инструментально-лабораторных параметров. Результаты представлены в табл. 3.

При однофакторном статистическом анализе инструментально-лабораторных параметров получены следующие статистически-значимые индикаторы развития ОА: УЗ-параметры, индекс Гаркави, НЛИ, а также количество нейтрофилов, лейкоцитов, гемоглобина по результатам клинического анализа крови. Однако уровень лимфоцитов и ТЛИ не продемонстрировали статистически значимую разницу.

С учётом ранее полученных данных была разработана прогностическая модель для определения вероятности развития ОА в зависимости от исследуемых параметров (табл. 4).

Многофакторный анализ выявил следующие независимые факторы (скорректированное ОШ): наличие тошноты, количество лейкоцитов в крови, количество лимфоцитов в крови, возраст, диаметр аппендицисса более 6 мм, наличие рвоты. Пороговые значения полу-

Таблица 1
Клинико-анамнестические параметры
Table 1
Clinical and Medical History Parameters

| Показатель | Категории | Патология | | <i>p</i> |
|--|-----------|---------------------------|-------------------|----------|
| | | Острый аппендицит (n=300) | Другие (n=100) | |
| Возраст, <i>Me</i> (<i>Q₁</i> – <i>Q₃</i>) лет | | 11,00 (8,00–14,00) | 8,00 (5,00–12,00) | <0,001 |
| Пол, абс (%) | женский | 54 (54,0) | 123 (41,0) | 0,023 |
| | мужской | 46 (46,0) | 177 (59,0) | |
| Возрастная группа, лет | 1–2,9 | 1 (0,3) | 3 (3) | <0,001 |
| | 3–5 | 16 (5,3) | 25 (25) | |
| | 6–12 | 186 (62) | 51 (51) | |
| | 13–14 | 97 (32,3) | 21 (21) | |

Таблица 2
Клинические симптомы
Table 2
Clinical Symptoms

| Показатель | Категории | Патология | | <i>p</i> |
|---|-----------|---------------------------|---------------------|----------|
| | | Острый аппендицит (n=300) | Другие (n=100) | |
| Тошнота, абс (%) | нет | 146 (48,7) | 74 (74) | <0,001 |
| | да | 154 (51,3) | 26 (26) | |
| Симптом Кохера, абс (%) | нет | 259 (86,3) | 97 (97) | 0,003 |
| | да | 41 (13,7) | 0 (0) | |
| Рвота, абс (%) | нет | 199 (66,3) | 68 (68) | 0,759 |
| | да | 101 (33,7) | 32 (32) | |
| Температура, <i>Me</i> (<i>Q₁</i> – <i>Q₃</i>), градус Цельсия | | 37,10 (36,70–37,50) | 36,80 (36,50–37,20) | 0,001 |
| Время от начала заболевания, <i>Me</i> (<i>Q₁</i> – <i>Q₃</i>), час | | 12,00 (7,00–24,00) | 12,00 (6,00–24,00) | 0,901 |

Таблица 3
Инструментально-лабораторные параметры
Table 3
Instrumental and Laboratory Parameters

| Показатель | Патология | | <i>p</i> |
|---|---------------------------|------------------------|----------|
| | Острый аппендицит (n=300) | Другие (n=100) | |
| Диаметр аппендицисса по данным УЗИ, мм, абс (%) | | | |
| менее 5 мм | 51 (17,0) | 87 (87) | <0,001 |
| 6–8 мм | 70 (23,3) | 13 (13) | |
| более 8 мм | 179 (59,7) | 0 (0) | |
| Индекс Гаркави, <i>Me</i> (<i>Q₁</i> – <i>Q₃</i>) | 0,15 (0,09–0,25) | 0,45 (0,24–0,68) | <0,001 |
| НЛИ, <i>Me</i> (<i>Q₁</i> – <i>Q₃</i>) | 6,46 (3,90–10,49) | 2,24 (1,47–4,12) | <0,001 |
| ТЛИ, <i>Me</i> (<i>Q₁</i> – <i>Q₃</i>) | 140,50 (105,50–204,75) | 130,24 (98,24–193,99) | 0,276 |
| Нейтрофилы ×10 ⁹ , <i>Me</i> (<i>Q₁</i> – <i>Q₃</i>) | 12,45 (9,10–15,75) | 5,23 (3,27–7,98) | <0,001 |
| Лимфоциты ×10 ⁹ , <i>Me</i> (<i>Q₁</i> – <i>Q₃</i>) | 1,94 (1,36–2,64) | 2,28 (1,42–2,86) | 0,044 |
| Лейкоциты ×10 ⁹ , <i>Me</i> (<i>Q₁</i> – <i>Q₃</i>) | 16,00 (13,00–19,00) | 8,21 (6,50–11,46) | <0,001 |
| Гемоглобин, г/л, <i>Me</i> (<i>Q₁</i> – <i>Q₃</i>) | 134,00 (127,00–142,00) | 130,00 (123,00–136,00) | <0,001 |
| Тромбоциты ×10 ⁹ , <i>Me</i> (<i>Q₁</i> – <i>Q₃</i>) | 280,00 (233,50–323,25) | 275,50 (251,00–336,75) | 0,249 |

Примечания: УЗИ – ультразвуковое исследование; НЛИ – нейтрофильно-лимфоцитарный индекс; ТЛИ – тромбоцитарно-лимфоцитарный индекс

Notes: УЗИ – Ultrasound Examination; НЛИ – Neutrophil-Lymphocyte Index; ТЛИ – Platelet-Lymphocyte Index

Таблица 4

Характеристики связи предикторов модели с вероятностью развития острого аппендицита
Table 4
Characteristics of the Relationship Between Model Predictors and the Probability of Acute Appendicitis Development

| Предикторы | COR | | AOR | |
|---|-----------------------|--------|-----------------------|--------|
| | 95% ДИ | p | 95% ДИ | p |
| Наличие тошноты | 3,165; 1,891–5,291 | <0,001 | 11,586; 3,347–40,125 | <0,001 |
| Лейкоциты (<i>cut-off</i> >12×10 ⁹ /л) | 1,434; 1,327–1,550 | <0,001 | 1,520; 1,343–1,721 | <0,001 |
| Лимфоциты (<i>cut-off</i> <2,0×10 ⁹ /л) | 0,755; 0,604–0,944 | 0,014 | 0,590; 0,371–0,939 | 0,026 |
| Возраст (<i>cut-off</i> >40 лет) | 1,181; 1,107–1,261 | <0,001 | 1,207; 1,079–1,350 | 0,001 |
| Наличие диаметра аппендикса более 6 мм | 34,175; 17,392–67,155 | <0,001 | 32,691; 12,846–83,179 | <0,001 |
| Наличие рвоты | 1,117; 0,682–1,829 | 0,661 | 0,121; 0,030–0,487 | 0,003 |

Примечание: COR – Crude Odds Ratio – скорректированное отношение шансов; AOR – Adjusted Relative Risk – скорректированный относительный риск
Notes: COR – Crude Odds Ratio; AOR – Adjusted Relative Risk

чены по ROC-анализу с использованием критерия Юдена. Оптимальное значение вероятности по логистической функции составило 0,685.

При оценке зависимости вероятности ОА от значения логистической функции Р с помощью ROC-анализа была получена следующая кривая. Площадь под ROC-кривой составила 0,967±0,008 с 95% ДИ: 0,951–0,983. Полученная модель была статистически значимой ($p<0,001$).

Чувствительность модели составила 94,0% (282/300), специфичность – 88,5% (89/100). Количество истинно положительных – 282, ложно отрицательных – 18, истинно отрицательных – 89, ложно положительных – 11.

После обучения логистической регрессии методом Bootstrap была построена ROC-кривая с площадью под кривой ($AUC-ROC$) = 0,96. Это значение близко к показателю исходной модели (0,97), что демонстрирует высокую воспроизводимость и надёжность модели. Калибровка модели, оценённая с помощью внутренней валидации, представлена на рис. 2.

По результатам внутренней валидации полученная модель показывает хорошую калибровку, что подтверждается низким средним абсолютным отклонением (MAE), равным 0,011. Это означает, что предсказанные вероятности нашей модели близки к фактическим, что делает её надёжной для прогнозирования.

При построении матрицы ошибок полученной модели логистической регрессии Bootstrap-модели определено, что модель даёт минимальное количество ложноположительных (61/361, 16,9%) и ложноотрицательных результатов (46/1139, 4%), что определяет её высокое качество в возможностях прогнозирования события (рис. 3).

Выполнен анализ корреляционной тепловой карты признаков (карта мультиколлинеарности) полученной модели логистической регрессии, результаты которого представлены на рис. 4. Тепловая карта отражает взаимодействие признаков друг с другом. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что все признаки имеют минимальные коэффициенты корреляции, следовательно, вносят независимую информацию в модель логистической регрессии.

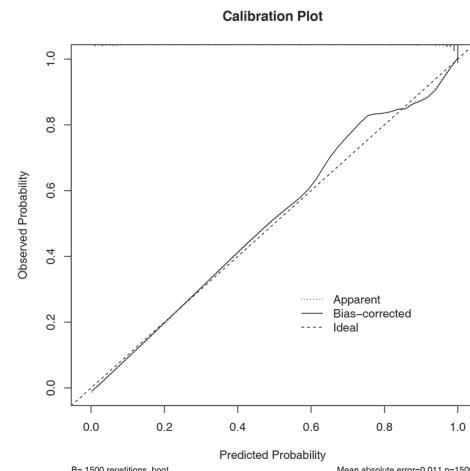


Рис. 2. График калибровочной кривой логистической регрессии Bootstrap-модели при внутренней валидации

Примечания: Calibration Plot – график калибровочной кривой; Observed probability – наблюдаемая вероятность; Predicted probability – предсказанная вероятность; Mean absolute error – абсолютная ошибка; B=1500 repetitions – 1500 повторений; Apparent – наблюдаемая кривая; Bias-corrected – скорректированная на предвзятость кривая; Ideal – идеальная кривая

Fig. 2. Calibration Curve of the Logistic Regression Bootstrap Model in Internal Validation

Note: Calibration Plot – Calibration Curve, Observed Probability – Observed Probability, Predicted Probability – Predicted Probability, Mean Absolute Error – Mean Absolute Error, B=1500 repetitions – 1500 Repetitions, Apparent – Apparent Curve, Bias-Corrected – Bias-Corrected Curve, Ideal – Ideal Curve

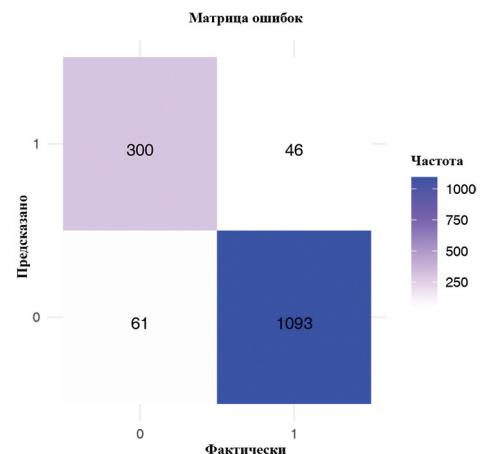


Рис. 3. Матрица ошибок логистической регрессии Bootstrap-модели
Fig. 3. Confusion Matrix of the Logistic Regression Bootstrap Model

Разработанная на основе Bootstrap-валидированной модели логистической регрессии номограмма позволяет прогнозировать вероятность ОА у детей и может быть использована для дифференциальной диагностики с учётом ключевых предикторов (рис. 5) [9].

При анализе полученных данных определено, что при повышении риска более 0,5 следует проводить активную тактику по ведению пациента, так как предполагается наличие ОА.

Кроме того, разработано интерактивное приложение, размещенное в сети Интернет в свободном доступе [10].

При работе с онлайн-версией калькулятора прогнозирования ОА у детей определены следующие пороговые значения: низкий риск (0–40%), средний риск (40–70%) и высокий риск (более 70%). При анализе

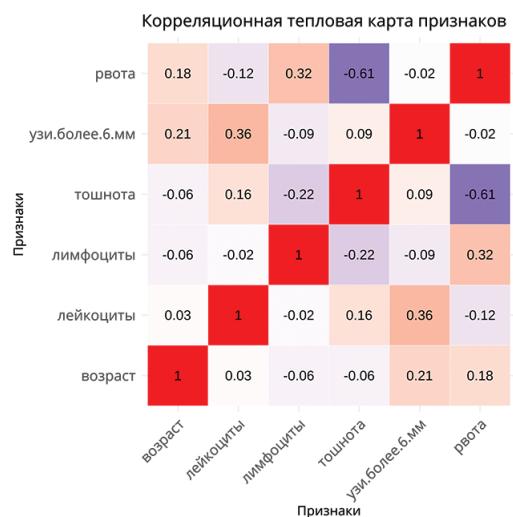


Рис. 4. Корреляционная тепловая карта признаков логистической регрессии Bootstrap-модели
Fig. 4. Correlation Heatmap of Features in the Logistic Regression Bootstrap Model

результатов по калькулятору необходимо учитывать клиническую картину, но при высоком риске целесообразно принимать решение об активной тактике ведения пациентов. Пороговые значения в 40% и 70% были выбраны на основании анализа клинической практики и литературы, где такие границы риска часто используются для разделения пациентов на группы с различными уровнями вероятности неблагоприятного исхода.

Впоследствии, при статистическом анализе Bootstrap-модели исходной базы данных построено дерево принятия решений, которое позволяет медицинским специалистам наглядно проводить дифференциальную диагностику и прогнозировать риск развития ОА у детей в каждом конкретном случае (рис. 6).

ОБСУЖДЕНИЕ

ОА, несмотря на постоянное совершенствование диагностических методов, является сложной для дифференциальной диагностики патологией. Особое

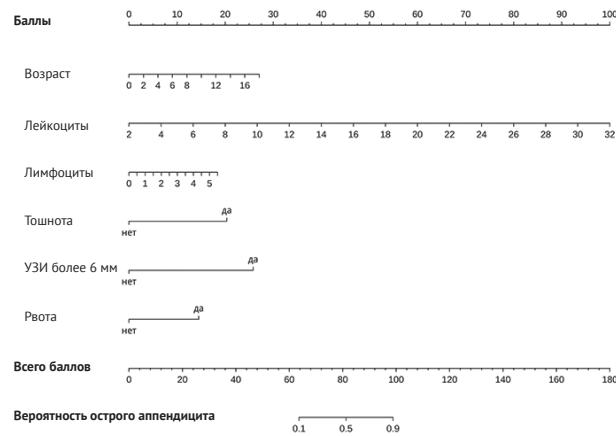


Рис. 5. Номограмма по прогнозированию острого аппендицита у детей
Fig. 5. Nomogram for Predicting Acute Appendicitis in Children

внимание стоит уделять диагностике ОА у детей, к которой, помимо клинической сложности выявления симптомов аппендицита, дополняются трудности, связанные с особенностями психического развития детей разных возрастных групп [2].

Распределение пациентов по возрастным группам показало, что аппендицит наиболее часто встречался в группе 6–12 лет. Медиана возраста составила 11 лет, что согласуется с данными *Eduardo Mekitarian Filho et al.*, сообщивших о среднем возрасте 10 лет [11].

Результаты настоящего исследования сопоставимы с данными систематического обзора *Patrick Téoule et al.* [12], выполненного по базам PubMed и Cochrane Library, в котором девочки подросткового возраста были идентифицированы как группа наиболее высокого риска развития ОА. Клиническая симптоматика, такая, как тошнота, симптом Кохера и температура тела имеют статистическую значимость в дифференциальной диагностике двух исследуемых заболеваний. Стоит отметить, что симптом Кохера встречался только у 13,7%

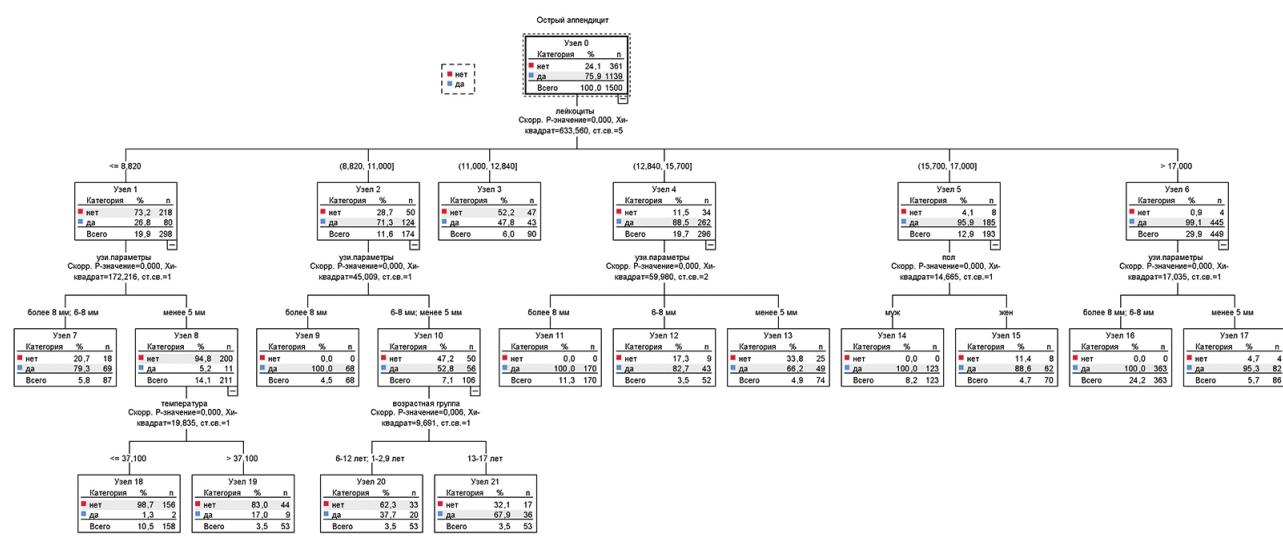


Рис. 6. Дерево принятия решений по диагностике острого аппендицита у детей
Fig. 6. Decision Tree for Diagnosing Acute Appendicitis in Children

пациентов. Полученные данные подтверждены систематическим обзором зарубежных авторов [12].

Применение УЗИ, согласно проведённому исследованию, позволяет дифференцировать ОА от других заболеваний у детей. Необходимо отметить, что УЗИ является безопасным и недорогим методом исследования, чего нельзя сказать про мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ), однако применение МСКТ в проведении дифференциальной диагностики ОА от других заболеваний органов брюшной полости может обеспечить получение дополнительной информации [12].

В представленном исследовании было выявлено, что диаметр червеобразного отростка по данным УЗИ является статистически значимым при диагностике ОА. В нашем исследовании в качестве прогностического критерия был принят диаметр червеобразного отростка более 6 мм. Данный порог подтверждён результатами многофакторного анализа: наличие диаметра более 6 мм ассоциировано с более чем 30-кратным увеличением шансов наличия ОА ($AOR=32,691$; 95% ДИ: 12,846–83,179; $p<0,001$). Использование более высокого порога (например, более 8 мм) снижает чувствительность метода, так как часть пациентов с истинным ОА имела размеры 6–8 мм. Это согласуется с данными литературы, где отсечка 6 мм традиционно рассматривается как диагностически значимая. В крупном исследовании S.S. Soundappan *et al.*, в котором участвовали 65 пациентов, были получены аналогичные результаты [13].

В настоящем исследовании было выявлено, что определение таких лабораторных параметров и индексов воспалительного ответа, как количество нейтрофилов ($p<0,001$), лимфоцитов менее $2,0\times10^9/\text{л}$ ($p=0,044$), лейкоцитов более $12\times10^9/\text{л}$ ($p<0,001$), гемоглобина ($p<0,001$), индекс Гаркави ($p<0,001$) и НЛИ ($p<0,001$) являются статистически значимыми в дифференциальной диагностике ОА от других патологий. В ранее опубликованных отечественных и зарубежных исследованиях была подтверждена ценность данных лабораторных параметров и индексов воспалительного ответа при постановке диагноза ОА [14, 15].

Jingying Jiang *et al.* разработали прогностическую модель, которая оценивает уровень фибриногена, С-реактивный белок и количество ионов Na^+ в сыворотке крови. Недостатком данной модели является отсутствие использования клинических данных в дифференциальной диагностике ОА. Стоит отметить характеристику площади под ROC-кривой, которая составляет 0,8602. Кроме того, данная прогностическая модель способна лишь дифференцировать гистологическую форму уже диагностированного ОА [16].

Весьма популярной среди врачей для дифференциальной диагностики ОА у детей и взрослых является шкала Альварадо, которая активно используется в повседневной работе врачей. Однако данная модель не является чувствительным методом диагностики, так как её чувствительность и специфичность составляют 54% и 75% соответственно, что в современных условиях диагностического поиска является низким показателем [5].

Прогностическая модель, разработанная Guus Blok *et al.*, основана на статистически значимых факторах развития ОА у детей, но отсутствие графического изображения в виде номограммы затрудняет её применение в повседневной клинической практике.

Также необходимо обратить внимание, что при построении кривой внутренней валидации модели не была указана её средняя ошибка и, исходя из имеющихся данных, можно сделать вывод, что она весьма существенна [17].

Разработанная авторами настоящего исследования прогностическая шкала имеет высокие результаты в прогнозировании ОА у детей. Так, площадь под ROC-кривой составляет $0,967\pm0,008$ с 95% ДИ: 0,951–0,983, а чувствительность и специфичность модели — 94% и 88,5% соответственно. Данная модель учитывает клинические и лабораторные данные, а также результаты УЗИ червеобразного отростка, что делает её более объективной. Кроме того, наличие визуально-аналоговой шкалы в виде номограммы, а также интерактивного калькулятора позволяет использовать разработанную прогностическую модель в повседневной практике.

На основании полученных результатов и применения машинного обучения предложена прогностическая модель, онлайн-калькулятор, а также дерево принятия решений в дифференциальной диагностике ОА, что позволит помочь врачу в постановке диагноза и принятии решений в определении тактики ведения пациента. Однако любая прогностическая модель может носить лишь рекомендательный характер и не способна принимать решение за хирурга. Требуется дальнейшая внешняя валидация на крупных выборках для подтверждения предложенной прогностической модели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам настоящего исследования острый аппендицит наиболее часто встречается у детей в возрастной группе 6–12 лет.

Статистически значимыми параметрами при многофакторном анализе являются такие, как тошнота, рвота, возраст, количество лейкоцитов и лимфоцитов в крови, а также диаметр червеобразного отростка более 6 мм по данным ультразвукового исследования.

Разработана прогностическая модель развития острого аппендицита у детей и интерактивное приложение-калькулятор.

ВЫВОДЫ

1. Острый аппендицит у детей чаще встречается в возрасте 6–12 лет и чаще диагностируется у девочек подросткового возраста, что подтверждается как клиническими, так и литературными данными.

2. Статистически значимыми диагностическими критериями оказались: диаметр аппендиакса более 6 мм по данным ультразвукового исследования, повышение лейкоцитов более $12\times10^9/\text{л}$, снижение лимфоцитов менее $2,0\times10^9/\text{л}$, а также изменения нейтрофилов, гемоглобина, индекса Гаркави и нейтрофильно-лимфоцитарного индекса.

3. Разработанная прогностическая модель, включающая клинические, лабораторные и инструментальные параметры, продемонстрировала высокую точность ($AUC=0,967$; чувствительность 94%, специфичность 88,5%).

4. Представленная шкала и интерактивный калькулятор могут использоваться для облегчения дифференциальной диагностики острого аппендицита в клинической практике, однако требуется внешняя валидация на больших выборках.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Ревишвили А.Ш. Хирургическая помощь в Российской Федерации. Москва; 2023. URL: <https://главный хирург.рф/publication.html> [Дата обращения 18.11.2025 г.]
- Almaramthy HH. Acute appendicitis in young children less than 5 years: review article. *Ital J Pediatr.* 2017;43(1):15. PMID: 28257658 <https://doi.org/10.1186/s13052-017-0335-2>
- Glass CC, Rangel SJ. Overview and diagnosis of acute appendicitis in children. *Semin Pediatr Surg.* 2016;25(4):198–203. <https://doi.org/10.1053/j.semepedsurg.2016.05.001>
- Haijanen J, Sippola S, Tuominen R, Grönroos J, Paajanen H, Rautio T, et al. Cost analysis of antibiotic therapy versus appendectomy for treatment of uncomplicated acute appendicitis: 5-year results of the APPAC randomized clinical trial. *PLoS One.* 2019;14(7):e0220202. PMID: 31344073 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220202>
- Awayshih MMA, Nofal MN, Yousef AJ, et al. Evaluation of Alvarado score in diagnosing acute appendicitis. *Pan Afr Med J.* 2019;34:15. PMID: 31762884 <https://doi.org/10.11604/pamj.2019.34.15.17803>
- Пайзе О.Н., Тонеев Е.А., Шагдалеев Р.Ф., Прохоров Д.Д., Белова М.А., Терягова А.Д. База данных острого аппендицита у детей по данным регионального учреждения здравоохранения. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024623069 Российской Федерации. Заявка № 2024622892: заявл. 04.07.2024: опубл. 12.07.2024
- Гаркави Л.Х. Адаптационные реакции и резистентность организма. Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета; 1990.
- Разумовский А.Ю., Дронов А.Ф., Смирнов А.Н., Голованев М.А. Острый аппендицит у детей. Клинические рекомендации. Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2013;3(4):125–131.
- Пайзе О.Н., Тонеев Е.А., Шагдалеев Р.Ф., Прохоров Д.Д., Белова М.А., Терягова А.Д. Способ прогнозирования риска наличия острого аппендицита у детей. Патент 2838313 C1 Российской Федерации, МПК G01N 33/48, A61B 17/00. заявл. 06.08.2024: опубл. 14.04.2025. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2838313C1/> [Дата обращения 18.11.2025 г.]
- Пайзе О.Н., Тонеев Е.А., Шагдалеев Р.Ф., Прохоров Д.Д., Белова М.А., Терягова А.Д. Калькулятор прогнозирования острого аппендицита у детей. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024666386 Российской Федерации. Заявка № 2024665762: заявлено 02.07.2024: опубликовано 12.07.2024
- Mekitarian Filho E, Horita SM, Dos Santos COG, Pelosi CS, Laurentino LP, Galotti BL. Management of Acute Appendicitis in Children in a University Hospital. *Pediatr Emerg Care.* 2023;39(11):832–835. PMID: 37902652 <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000003059>
- Téoule P, Laffolie J, Rolle U, Reissfelder C. Acute Appendicitis in Childhood and Adulthood. *Dtsch Arztebl Int.* 2020;117(45):764–774. PMID: 33533351 <https://doi.org/10.3238/arztebl.2020.0764>
- Soundappan SS, Karpelowsky J, Lam A, Lam L, Lawrence TM, Cass D. Diagnostic accuracy of surgeon performed ultrasound (SPU) for appendicitis in children. *J Pediatr Surg.* 2018;53(10):2023–2027. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2018.05.014>
- Virmani S, Prabhu PS, Sundeep PT, Kumar V. Role of laboratory markers in predicting severity of acute appendicitis. *Afr J Paediatr Surg.* 2018;15(1):1–4. PMID: 30829300 https://doi.org/10.4103/ajps.AJPS_47_16
- Dooki ME, Nezhadan M, Mehrabani S, Osia S, Hadipoor A, Hajiahmadi M, et al. Diagnostic accuracy of laboratory markers for diagnosis of acute appendicitis in children. *Wien Med Wochenschr.* 2022;172(13–14):303–307. PMID: 35006517 <https://doi.org/10.1007/s10354-021-00898-8>
- Jiang J, Wu Y, Tang Y, Shen Z, Chen G, Huang Y, et al. A novel nomogram for the differential diagnosis between advanced and early appendicitis in pediatric patients. *Biomark Med.* 2019;13(14):1157–1173. PMID: 31559834 <https://doi.org/10.2217/bmm-2019-0036>
- Blok G, Burger H, van der Lei J, Berger M, Holtman G. Development and validation of a clinical prediction rule for acute appendicitis in children in primary care. *Eur J Gen Pract.* 2023;29(1):2233053. PMID: 37578416 <https://doi.org/doi:10.1080/13814788.2023.2233053>

REFERENCES

- Revishvili ASh. *Khirurgicheskaya pomoshch' v Rossiyskoy Federatsii v 2023 godu.* Moscow; 2023. (In Russ.) Available at: <https://xn--80aebcyfls3aa6av0f.xn--p1ai/publication.html> [Accessed Nov 18, 2025]
- Almaramthy HH. Acute appendicitis in young children less than 5 years: review article. *Ital J Pediatr.* 2017;43(1):15. PMID: 28257658 <https://doi.org/10.1186/s13052-017-0335-2>
- Glass CC, Rangel SJ. Overview and diagnosis of acute appendicitis in children. *Semin Pediatr Surg.* 2016;25(4):198–203. <https://doi.org/10.1053/j.semepedsurg.2016.05.001>
- Haijanen J, Sippola S, Tuominen R, Grönroos J, Paajanen H, Rautio T, et al. Cost analysis of antibiotic therapy versus appendectomy for treatment of uncomplicated acute appendicitis: 5-year results of the APPAC randomized clinical trial. *PLoS One.* 2019;14(7):e0220202. PMID: 31344073 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220202>
- Awayshih MMA, Nofal MN, Yousef AJ, et al. Evaluation of Alvarado score in diagnosing acute appendicitis. *Pan Afr Med J.* 2019;34:15. PMID: 31762884 <https://doi.org/10.11604/pamj.2019.34.15.17803>
- Payze O.N., Toneev E.A., Shagdaleev R.F., Prokhorov D.D., Belova M.A., Teryagova A.D. Baza dannyykh ostrogo appenditsita u detey po dannym regional'nogo uchrezhdeniya zdraavookhraneniya. Certificate of state registration of the database No 2024623069 RU. No 2024622892: decl. 04.07.2024: publ. 12.07.2024
- Garkavi LKh. *Adaptatsionnye reaktsii i rezistentnost' organizma.* Rostov-on-Don: Izdatel'stvo Rostovskogo universiteta Publ.;1990. (In Russ.)
- Razumovsky AY, Dronov AF, Smirnov AN, Golovanev MA. Acute Appendicitis in Children. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care.* 2013;3(4):125–131. (In Russ.)
- Payze ON, Toneev EA, Shagdaleev RF, Prokhorov DD, Belova MA, Teryagova AD. Sposob prognozirovaniya risika nalichiya ostrogo appenditsita u detey. Patent 2838313 C1 RU, IPC G01N 33/48, A61B 17/00. decl. 06.08.2024: publ. 14.04.2025. (In Russ.) Available at: <https://patents.google.com/patent/RU2838313C1/> [Accessed Nov 18, 2025]
- Payze ON, Toneev EA, Shagdaleev RF, Prokhorov DD, Belova MA, Teryagova AD. Kal'kul'yator prognozirovaniya ostrogo appenditsita u detey. Certificate of state registration of a software No 2024666386 RU. No 2024665762; decl. 02.07.2024: publ. 12.07.2024.
- Mekitarian Filho E, Horita SM, Dos Santos COG, Pelosi CS, Laurentino LP, Galotti BL. Management of Acute Appendicitis in Children in a University Hospital. *Pediatr Emerg Care.* 2023;39(11):832–835. PMID: 37902652 <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000003059>
- Téoule P, Laffolie J, Rolle U, Reissfelder C. Acute Appendicitis in Childhood and Adulthood. *Dtsch Arztebl Int.* 2020;117(45):764–774. PMID: 33533351 <https://doi.org/10.3238/arztebl.2020.0764>
- Soundappan SS, Karpelowsky J, Lam A, Lam L, Lawrence TM, Cass D. Diagnostic accuracy of surgeon performed ultrasound (SPU) for appendicitis in children. *J Pediatr Surg.* 2018;53(10):2023–2027. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2018.05.014>
- Virmani S, Prabhu PS, Sundeep PT, Kumar V. Role of laboratory markers in predicting severity of acute appendicitis. *Afr J Paediatr Surg.* 2018;15(1):1–4. PMID: 30829300 https://doi.org/10.4103/ajps.AJPS_47_16
- Dooki ME, Nezhadan M, Mehrabani S, Osia S, Hadipoor A, Hajiahmadi M, et al. Diagnostic accuracy of laboratory markers for diagnosis of acute appendicitis in children. *Wien Med Wochenschr.* 2022;172(13–14):303–307. PMID: 35006517 <https://doi.org/10.1007/s10354-021-00898-8>
- Jiang J, Wu Y, Tang Y, Shen Z, Chen G, Huang Y, et al. A novel nomogram for the differential diagnosis between advanced and early appendicitis in pediatric patients. *Biomark Med.* 2019;13(14):1157–1173. PMID: 31559834 <https://doi.org/10.2217/bmm-2019-0036>
- Blok G, Burger H, van der Lei J, Berger M, Holtman G. Development and validation of a clinical prediction rule for acute appendicitis in children in primary care. *Eur J Gen Pract.* 2023;29(1):2233053. PMID: 37578416 <https://doi.org/doi:10.1080/13814788.2023.2233053>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

| | |
|--|---|
| Пайзе Ольга Николаевна | врач детский хирург хирургического отделения ГУЗ УОДКБ им. политического и общественного деятеля Ю.Ф. Горячева; https://orcid.org/0009-0003-6993-2463 , helga@blamange.ru; |
| Тонеев Евгений Александрович | 14%: разработка концепции исследования, дизайн, определение методологии, статистический план, написание основной части рукописи, финальное редактирование и утверждение версии для публикации |
| Шагдалеев Роман Фатыхович | кандидат медицинских наук, врач-торакальный хирург хирургического отделения торакальной онкологии ГУЗ ОКОД; доцент кафедры госпитальной хирургии им. В.И. Мидленко, ординатор кафедры акушерства и гинекологии медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова Института медицины, экологии и физической культуры ФГБОУ ВО УлГУ; https://orcid.org/0000-0001-8590-2350 , e.toneev@inbox.ru; |
| Благовестнов Дмитрий Алексеевич | 13%: методология сбора данных, статистический анализ, интерпретация результатов, участие в написании текста, подготовка иллюстративного материала |
| Староконь Павел Михайлович | ассистент кафедры физиологии и патофизиологии, ординатор кафедры акушерства и гинекологии Института медицины, экологии и физической культуры ФГБОУ ВО УлГУ; врач-торакальный хирург хирургического отделения торакальной онкологии ГУЗ ОКОД; https://orcid.org/0009-0004-0218-666X , roman.shagdaleev@mail.ru; |
| Шабаев Рамис Маратович | 11%: сбор и систематизация данных, статистический анализ, подготовка раздела «Результаты», участие в обсуждении, критическая оценка содержания |
| Белова Мария Александровна | профессор, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой неотложной и общей хирургии имени профессора А.С. Ермолова ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ; https://orcid.org/0000-0001-5724-6034 , sklifkafedra@mail.ru; |
| Терягова Анастасия Дмитриевна | 10%: сбор клинического материала, предварительная обработка данных, участие в написании и редактировании рукописи, подготовка таблиц |
| Куликова Минзалия Шевкетовна | профессор, доктор медицинских наук, старший преподаватель кафедры хирургии с курсом онкологии и лучевой диагностики филиала ФГБВО ВО «ВМА им. С.М. Кирова» МО РФ; https://orcid.org/0000-0002-6512-9361 , oldhorse.pm@mail.ru; |
| Васильева Ксения Ярославовна | 9%: интерпретация клинических аспектов, участие в написании разделов «Обсуждение» и «Заключение», критическая ревизия текста |
| Крымская Жанна Игоревна | кандидат медицинских наук, хирург-онколог (маммолог), пластический хирург, врач ультразвуковой диагностики, научный сотрудник кафедры неотложной и общей хирургии имени профессора А.С. Ермолова ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ; https://orcid.org/0000-0002-0428-7454 , kampramis@mail.ru; |
| Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов | 9%: подготовка графиков и иллюстраций, участие в статистической обработке и интерпретации результатов, техническое редактирование рукописи |
| Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов | 8%: участие в сборе данных, подготовка клинических характеристик выборки, участие в обсуждении, критическая оценка текста |
| Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов | студентка 5-го курса медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова Института медицины, экологии и физической культуры ФГБОУ ВО УлГУ; https://orcid.org/0009-0003-2781-6184 , belovamaria5102@gmail.com; |
| Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов | 8%: участие в интерпретации результатов, подготовка раздела «Материал и методы», редактирование текста |
| Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов | студентка 5-го курса медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова Института медицины, экологии и физической культуры ФГБОУ ВО УлГУ; https://orcid.org/0009-0005-0939-2287 , tnastya1706med@mail.ru; |
| Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов | 8%: анализ клинических случаев, участие в интерпретации результатов, подготовка раздела «Материал и методы», редактирование текста |
| Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов | студентка 5-го курса медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова Института медицины, экологии и физической культуры ФГБОУ ВО УлГМУ; https://orcid.org/0009-0008-0617-2408 , minzalia16@gmail.com; |
| Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов | 7%: сбор и верификация данных, участие в анализе осложнений и исходов, подготовка таблиц и описательных характеристик |
| Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов | студентка 5-го курса медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова Института медицины, экологии и физической культуры ФГБОУ ВО УлГУ; https://orcid.org/0009-0006-5532-9112 , ksenya.ksyus.vasileva@mail.ru; |
| Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов | 6%: критическая оценка рукописи, участие в корректировке текста, помочь в подготовке окончательной версии |
| Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов | студентка 5-го курса медицинского факультета им Т.З. Биктимирова, Институт медицины, экологии и физической культуры ФГБОУ ВО УлГУ; https://orcid.org/0009-0002-6167-4861 , zhanna_krymskaya@mail.ru; |
| Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов | 5%: административная и организационная поддержка исследования, обеспечение доступа к данным, участие в заключительной подготовке текста |

Development and Validation of a Predictive Model for the Diagnosis of Acute Appendicitis in Children

O.N. Paise¹, E.A. Toneev^{2,3}✉, R.F. Shagdaleev^{2,3}, D.A. Blagovestnov⁴, P.M. Starokony⁵, R.M. Shabaev⁴, M.A. Belova², A.D. Teriagova², M.S. Kulikova², K.Y. Vasilieva², Z.I. Krymskaya²

T.Z. Biktimirov Faculty of Medicine

¹ Ulyanovsk Regional Children's Clinical Hospital

3rd International Str. 7, Ulyanovsk, Russian Federation 432063

² Ulyanovsk State University

L. Tolstoy Str. 42, Ulyanovsk, Russian Federation 432017

³ Regional Oncology Dispensary

12 September Str. 90, Ulyanovsk, Russian Federation 432017

⁴ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education

Barrikadnaya Str. 2/1, bldg. 1, Moscow, Russian Federation 125993

⁵ Branch of the S. M. Kirov Military Medical Academy

Malaya Cherkizovskaya Str. 7, Moscow, Russian Federation 107392

✉ Contacts: Evgeny A. Toneev, Professor, Candidate of Medical Sciences, Thoracic Surgeon, Thoracic Oncology Surgical Department, Regional Clinical Oncology Dispensary; Associate Professor, V.I. Midlenko Department of Hospital Surgery; resident physician, T.Z. Biktimirov Department of Obstetrics and Gynecology, Faculty of Medicine, Institute of Medicine, Ecology and Physical Culture, Ulyanovsk State University. Email: e.toneev@inbox.ru

OBJECTIVE To develop a predictive model for diagnosing acute appendicitis in pediatric patients.

MATERIAL AND METHODS The study was conducted at the Surgical Department of Ulyanovsk Regional Children's Clinical Hospital from September 1, 2023, to June 1, 2024. The analysis included patients admitted with suspected acute appendicitis. A total of 400 patients were included in the study, of which 300 were diagnosed with acute appendicitis, and 100 had functional bowel disorders. Patient characteristics were assessed using a standardized protocol.

RESULTS Univariate statistical analysis showed that the differential diagnosis of these conditions is most frequently required in children aged 6–12 years.

Logistic regression analysis indicated that nausea (OR 11.586; 95% CI 3.347–40.125), white blood cell count (OR 1.52; 95% CI 1.343–1.721), lymphocyte count (OR 0.59; 95% CI 0.371–0.939), age (OR 1.207; 95% CI 1.079–1.350), appendix diameter of ≥6 mm (OR 32.691; 95% CI 12.846–83.179), and vomiting (OR 0.121; 95% CI 0.03–0.487) were independent risk factors for acute appendicitis in children during differential diagnosis.

The identified variables were included in a nomogram using logistic regression analysis. The validation results showed that the area under the ROC curve was 0.967±0.008, with a 95% CI of 0.951–0.983. The developed model was statistically significant ($p<0.001$).

CONCLUSION A nomogram and an interactive prognostic calculator were developed for predicting the presence of acute appendicitis in children, which can be used for differential diagnosis with functional bowel disorders.

Keywords: pediatric acute appendicitis, differential diagnosis of acute appendicitis, functional bowel disorder, nomogram

For citation Paise ON, Toneev EA, Shagdaleev RF, Blagovestnov DA, Starokony PM, Shabaev RM, et al. Development and Validation of a Predictive Model for the Diagnosis of Acute Appendicitis in Children. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2025;14(4):714–723. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2025-14-4-714-723> (in Russ.)

Conflict of interest Authors declare lack of the conflicts of interests

Acknowledgments, sponsorship This work was carried out in accordance with the research plan of the T.Z. Biktimirov Medical Faculty, Institute of Medicine, Ecology, and Physical Culture, Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia. The authors did not receive financial support from pharmaceutical companies

Affiliations

| | |
|------------------------|---|
| Olga N. Paise | Pediatric Surgeon, Surgical Department, Ulyanovsk Regional Children's Clinical Hospital; https://orcid.org/0009-0003-6993-2463 , helga@blamange.ru; 14%, study concept development, design, methodology, statistical plan, writing the main part of the manuscript, final editing and approval of the version for publication |
| Evgeny A. Toneev | Candidate of Medical Sciences, Thoracic Surgeon, Thoracic Oncology Surgical Department, Ulyanovsk Regional Oncological Dispensary; Associate Professor, V.I. Midlenko Department of Hospital Surgery; Resident, Obstetrics and Gynecology Department, T.Z. Biktimirov Faculty of Medicine, Institute of Medicine, Ecology, and Physical Culture, Ulyanovsk State University; https://orcid.org/0000-0001-8590-2350 , e.toneev@inbox.ru; 13%, methodology of data collection, statistical analysis, interpretation of results, participation in text writing, preparation of illustrative material |
| Roman F. Shagdaleev | Assistant Professor, Department of Physiology and Pathophysiology; Resident, Department of Obstetrics and Gynecology, Institute of Medicine, Ecology, and Physical Culture, Ulyanovsk State University; Thoracic Surgeon, Thoracic Oncology Surgical Department, Ulyanovsk Regional Oncological Dispensary; https://orcid.org/0009-0004-0218-666X , roman2000shagdaleev@gmail.com; 11%, data collection and systematization, statistical analysis, preparation of Results section, participation in discussions, critical evaluation of content |
| Dmitry A. Blagovestnov | Professor, Doctor of Medical Sciences, Head, A.S. Ermolov Department of Emergency and General Surgery, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, clinical site: N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; https://orcid.org/0000-0001-5724-6034 , sklifkafedra@mail.ru; 10%, collection of clinical material, preliminary data processing, participation in writing and editing the manuscript, preparation of tables |
| Pavel M. Starokony | Professor, Doctor of Medical Sciences, Senior Lecturer, Department of Surgery with a Course in Oncology and Diagnostic Radiology, Branch of the S.M. Kirov Military Medical Academy; https://orcid.org/0000-0002-6512-9361 , oldhorse.pm@mail.ru; 9%, interpretation of clinical aspects, participation in writing Discussion and Conclusion sections, text critical revision |
| Ramis M. Shabaev | Candidate of Medical Sciences, Surgical Oncologist (Mammologist), Plastic Surgeon, Top-Category Physician, Sonographer, Researcher, A.S. Ermolov Department of Emergency and General Surgery, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education; https://orcid.org/0000-0002-0428-7454 , kampramis@mail.ru; 9%, preparation of graphs and illustrations, participation in statistical processing and interpretation of results, technical editing of the manuscript |

| | |
|-------------------------|---|
| Mariia A. Belova | 5th-year Student, T.Z. Biktimirov Faculty of Medicine, Institute of Medicine, Ecology, and Physical Culture, Ulyanovsk State University; https://orcid.org/0000-0003-2781-6184 , belovamaria5102@gmail.com; 8%, participation in data collection, preparation of clinical characteristics of the sample, participation in discussion, critical evaluation of the text |
| Anastasiia D. Teriagova | 5th-year Student, T.Z. Biktimirov Faculty of Medicine, Institute of Medicine, Ecology, and Physical Culture, Ulyanovsk State University; https://orcid.org/0009-0005-0939-2287 , tnastyat1706med@mail.ru; 8%, analysis of clinical cases, participation in the interpretation of results, preparation of Materials and Methods section, text editing |
| Minzaliya Sh. Kulikova | 5th-year Student, T.Z. Biktimirov Faculty of Medicine, Institute of Medicine, Ecology, and Physical Culture, Ulyanovsk State University; https://orcid.org/0009-0008-0617-2408 , minzalia16@gmail.com; 7%, data collection and verification, participation in the analysis of complications and outcomes, preparation of tables and descriptive characteristics |
| Kseniya Y. Vasileva | 5th-year Student, T.Z. Biktimirov Faculty of Medicine, Institute of Medicine, Ecology, and Physical Culture, Ulyanovsk State University; https://orcid.org/0009-0006-5532-9112 , ksenya.ksyus.vasileva@mail.ru; 6%, critical review of the manuscript, participation in proofreading, assistance in preparing the final version |
| Zhanna I. Krymskaya | 5th-year Student, T.Z. Biktimirov Faculty of Medicine, Institute of Medicine, Ecology, and Physical Culture, Ulyanovsk State University; https://orcid.org/0009-0002-6167-4861 , zhanna_krymskaya@mail.ru; 5%, administrative and organizational support for the study, access to data, participation in the final preparation of the text |

Received on 21.01.2025

Поступила в редакцию 21.01.2025

Review completed on 14.03.2025

Рецензирование завершено 14.03.2025

Accepted on 30.09.2025

Принята к печати 30.09.2025