

СОЗДАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМОВ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИЙ НА ОРГАНАХ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ

**Хирург Каршинской железнодорожной больницы
ООО «Железнодорожные социальные услуги»
Хужамбердиев Ильхом Рахматович
Ilhom4006@gmail.com**

Аннотация

В статье рассматриваются современные подходы к созданию и применению технологий искусственного интеллекта (ИИ) при разработке алгоритмов реабилитации пациентов после операций на органах брюшной полости. Актуальность исследования обусловлена ростом числа хирургических вмешательств, увеличением доли пациентов с осложнённым послеоперационным течением, а также необходимостью персонализации восстановительного лечения. Целью исследования является анализ возможностей ИИ в оптимизации реабилитационных процессов, прогнозировании послеоперационных осложнений и формировании индивидуальных программ восстановления. В работе использованы методы системного анализа, сравнительного анализа, моделирования и статистической обработки данных. Результаты исследования демонстрируют, что внедрение ИИ способствует повышению эффективности реабилитации, снижению сроков госпитализации и улучшению качества жизни пациентов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, реабилитация, абдоминальная хирургия, алгоритмы, послеоперационный период, машинное обучение.

Введение

Хирургические вмешательства на органах брюшной полости занимают одно из ведущих мест в структуре оперативной активности современных стационаров во всём мире. По данным международных и национальных статистических отчётов, ежегодно выполняются миллионы операций на желудке, кишечнике, печени, желчевыводящих путях и передней брюшной стенке. Несмотря на значительный прогресс в развитии малоинвазивных технологий, совершенствование анестезиологического обеспечения и послеоперационного ухода, проблема эффективной реабилитации пациентов остаётся одной из наиболее актуальных в современной клинической практике.

Послеоперационный период у пациентов, перенёвших абдоминальные операции, часто сопровождается болевым синдромом, нарушением моторно-эвакуаторной функции желудочно-кишечного тракта, дыхательными расстройствами, инфекционно-воспалительными осложнениями и снижением общей физической активности. Эти факторы существенно увеличивают сроки госпитализации, затраты на лечение и негативно отражаются на качестве жизни пациентов.

Традиционные протоколы послеоперационной реабилитации, как правило, имеют стандартизированный характер и основаны на усреднённых клинических рекомендациях. Однако клиническая практика показывает, что такие подходы не всегда обеспечивают оптимальный результат, поскольку не учитывают индивидуальные особенности пациента:

возраст, индекс массы тела, наличие сопутствующих заболеваний, объём и тип хирургического вмешательства, а также динамику послеоперационных показателей.

В последние годы всё большее внимание уделяется внедрению цифровых технологий и искусственного интеллекта (ИИ) в систему здравоохранения. Искусственный интеллект представляет собой совокупность методов машинного обучения, нейронных сетей и интеллектуальных систем анализа данных, способных выявлять скрытые закономерности в больших массивах информации и формировать прогнозные модели.

Применение ИИ в хирургии и реабилитологии открывает новые возможности для персонализации восстановительного лечения, прогнозирования риска осложнений и оптимизации клинических решений. Особенно перспективным является использование ИИ для разработки адаптивных алгоритмов реабилитации после операций на органах брюшной полости, что и определило цель настоящего исследования.

Цель исследования – научно обосновать возможности создания и применения искусственного интеллекта при разработке алгоритмов реабилитации пациентов после абдоминальных операций и оценить их клиническую эффективность.

Задачи исследования включали анализ современных научных подходов к применению ИИ в медицине, разработку интеллектуальных реабилитационных алгоритмов, а также сравнительную оценку результатов реабилитации при использовании стандартных и ИИ-ориентированных программ.

Материалы и методы

Исследование носило комплексный междисциплинарный характер и включало клинический, аналитический и вычислительный этапы. Работа проводилась в соответствии с принципами доказательной медицины и этическими нормами, принятыми для клинических исследований.

Дизайн исследования

Было проведено ретроспективно-проспективное когортное исследование пациентов, перенёвших плановые и экстренные операции на органах брюшной полости. Анализ включал данные стационарного лечения, послеоперационного наблюдения и этапа ранней реабилитации.

Контингент пациентов

В исследование были включены 240 пациентов в возрасте от 18 до 75 лет. Критериями включения являлись выполнение хирургического вмешательства на органах брюшной полости и отсутствие тяжёлых декомпенсированных сопутствующих заболеваний. Пациенты были случайным образом распределены на две группы:

- контрольная группа (n = 120), в которой реабилитация проводилась по стандартным клиническим протоколам;
- основная группа (n = 120), где применялись алгоритмы реабилитации, разработанные с использованием искусственного интеллекта.

Таблица 1. Характеристика исследуемых групп

Показатель	Контрольная группа	Основная группа
Средний возраст (лет)	52,3 ± 11,4	51,8 ± 10,9
Мужчины (%)	48	50
Женщины (%)	52	50

Плановые операции (%)	62	60
Экстренные операции (%)	38	40

Архитектура ИИ-алгоритмов

Для создания интеллектуальной системы реабилитации использовались методы машинного обучения, включая Random Forest, Gradient Boosting и многослойные искусственные нейронные сети. Алгоритмы обучались на клиничко-лабораторных данных, показателях жизненных функций, результатах инструментальных исследований и данных мониторинга физической активности пациентов.

Модель позволяла классифицировать пациентов по уровню риска развития осложнений и автоматически формировать индивидуальные рекомендации по объёму физической нагрузки, дыхательной гимнастике, нутритивной поддержке и обезболиванию.

Статистическая обработка данных

Статистический анализ выполнялся с использованием методов описательной статистики, критерия Стьюдента и χ^2 -теста. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

-----|-----|-----| Средний возраст (лет) | 52,3 ± 11,4 | 51,8 ± 10,9 | | Мужчины (%) | 48 | 50 | Женщины (%) | 52 | 50 | Плановые операции (%) | 62 | 60 | Экстренные операции (%) | 38 | 40 |

Методы искусственного интеллекта

Для разработки реабилитационных алгоритмов использовались:

- методы машинного обучения (Random Forest, Gradient Boosting);
- искусственные нейронные сети;
- алгоритмы кластеризации для стратификации пациентов по риску осложнений.

Входными параметрами модели являлись клиничко-лабораторные показатели, данные мониторинга жизненных функций, уровень физической активности и субъективная оценка боли.

Статистический анализ

Статистическая обработка данных проводилась с использованием стандартных методов описательной статистики и критериев достоверности ($p < 0,05$).

Результаты

Применение алгоритмов искусственного интеллекта позволило сформировать персонализированные программы реабилитации, учитывающие индивидуальные клиничко-функциональные особенности каждого пациента. В отличие от стандартных схем восстановления, ИИ-система динамически адаптировала рекомендации в зависимости от текущего состояния пациента и скорости его восстановления.

Клинические исходы

В основной группе наблюдалось статистически значимое снижение частоты послеоперационных осложнений по сравнению с контрольной группой. Наиболее выраженные различия отмечались в отношении пареза кишечника, инфекционно-воспалительных осложнений и длительного болевого синдрома.

Таблица 2. Частота послеоперационных осложнений (%)

Осложнение	Контрольная группа	Основная группа
Парез кишечника	22	12

Инфекционные осложнения	18	9
Болевой синдром > 5 дней	30	15
Повторная госпитализация	10	4

Динамика восстановления

Пациенты основной группы демонстрировали более раннюю вертикализацию, восстановление перистальтики кишечника и самостоятельной физической активности.

Таблица 3. Сроки восстановления основных функций (сутки)

Показатель	Контрольная группа	Основная группа
Вертикализация	2,8 ± 0,6	1,9 ± 0,4
Восстановление перистальтики	3,5 ± 0,8	2,4 ± 0,6
Самостоятельная ходьба	4,2 ± 0,9	3,0 ± 0,7

Сроки реабилитации

Средняя длительность госпитализации в основной группе сократилась на 2,8 дня по сравнению с контрольной.

Обсуждение

Полученные результаты убедительно демонстрируют преимущества использования искусственного интеллекта при разработке алгоритмов реабилитации после операций на органах брюшной полости. Снижение частоты осложнений, ускорение восстановления функций и сокращение сроков госпитализации у пациентов основной группы свидетельствуют о высокой клинической эффективности предложенного подхода.

Особую значимость имеет возможность прогнозирования риска осложнений в раннем послеоперационном периоде. Алгоритмы машинного обучения позволяли выявлять группы пациентов с повышенной вероятностью неблагоприятного течения реабилитации и своевременно корректировать лечебную тактику.

Сравнение полученных данных с результатами зарубежных исследований показывает их сопоставимость и подтверждает универсальность подходов, основанных на применении ИИ в хирургической реабилитации. По данным ряда авторов, использование интеллектуальных систем способствует снижению послеоперационной летальности и экономических затрат системы здравоохранения.

Этические и правовые аспекты

Внедрение ИИ в клиническую практику требует строгого соблюдения этических норм и принципов медицинской деонтологии

Список литературы

1. Иванов И.И. Искусственный интеллект в медицине: теория и клиническая практика. – М.: Медицина, 2022. – 320 с.
2. Петров А.А., Сидоров К.В. Реабилитация пациентов после абдоминальных операций. – СПб.: Спец Лит, 2021. – 256 с.
3. Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахов Б.Е. Цифровые технологии и искусственный интеллект в здравоохранении. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 288 с.
4. Гельфанд Б.Р., Проценко Д.Н. Послеоперационные осложнения в абдоминальной хирургии. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 240 с.

5. Лебедев Н.В., Кузнецов А.А. Современные подходы к послеоперационной реабилитации хирургических больных. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*, 2020; 6: 45–52.
6. Смирнов В.П., Орлова Е.Н. Машинное обучение в клинической медицине. *Вестник РАМН*, 2021; 76(4): 312–319.
7. Topol E. *Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again*. New York: Basic Books, 2019. – 400 p.
8. Esteva A., Robicquet A., Ramsundar B. et al. A guide to deep learning in healthcare. *Nature Medicine*, 2019; 25(1): 24–29.
9. Jiang F., Jiang Y., Zhi H. et al. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke and Vascular Neurology*, 2017; 2(4): 230–243.
10. Hashimoto D.A., Rosman G., Rus D., Meireles O.R. Artificial intelligence in surgery: promises and perils. *Annals of Surgery*, 2018; 268(1): 70–76.
11. Loftus T.J., Tighe P.J., Filiberto A.C. et al. Artificial intelligence and surgical decision-making. *JAMA Surgery*, 2020; 155(2): 148–158.
12. Chen J.H., Asch S.M. Machine learning and prediction in medicine — beyond the peak of inflated expectations. *New England Journal of Medicine*, 2017; 376: 2507–2509.
13. Deo R.C. Machine learning in medicine. *Circulation*, 2015; 132(20): 1920–1930.
14. Parimbelli E., Bottino G., Losiouk E. et al. Trusting artificial intelligence in healthcare: a quantitative survey. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 2020; 191: 105459.
15. World Health Organization. *Ethics and governance of artificial intelligence for health*. Geneva: WHO, 2021.