

На правах рукописи

Кубасов Кирилл Александрович

**ВИДЕОАНАЛИЗ КАК ОБЪЕКТИВНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ
ПЕРИСТАЛЬТИКИ В УСЛОВИЯХ РАСПРОСТРАНЕННОГО
ПЕРИТОНИТА
(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-КЛИНИЧЕСКОЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ)
3.1.9. — Хирургия**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук**

Екатеринбург—2026

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Научный руководитель: д.м.н., профессор Чернядьев Сергей Александрович

Оппоненты

Алиев Фуад Шамиль оглы — д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой общей хирургии.

Левчик Евгений Юрьевич — д.м.н., государственное автономное учреждение здравоохранения Свердловской области «Свердловский областной клинический психоневрологический госпиталь для ветеранов войн», Свердловский областной центр по лечению хирургических инфекций, руководитель центра.

Ведущая организация

Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет».

Защита диссертации состоится «__» _____ 2026 г. в ____ ч. на заседании совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 21.2.074.01, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, по адресу: 620028, г. Екатеринбург, ул. Репина, д. 3.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке имени В.Н. Климова ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России по адресу: 620028, г. Екатеринбург, ул. Ключевская, д.17, на сайте университета www.usma.ru, а также на сайте ВАК при Минобрнауки России vak.minobrnauki.gov.ru.

Автореферат разослан «__» _____ 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор медицинских наук, профессор

Куликов
Александр Вениаминович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Парез и развитие паралитической кишечной непроходимости является осложнением многих острых хирургических заболеваний органов брюшной полости. Особенно это актуально в экстренной абдоминальной хирургии у пациентов с распространенным перитонитом. Актуальность проблемы подтверждаются высокими цифрами летальности (20–30%). Ведущая роль при этом принадлежит синдрому энтеральной недостаточности, основной причиной которого является нарушение функции кишечника. Наиболее выраженные изменения моторики кишечника возникают у больных с тяжелыми формами перитонита, которые требуют длительного лечения программными санационными релапаротомиями.

Современное понятие отражает либо полное отсутствие, либо сниженную по частоте и амплитуде перистальтику, которая может быть кратковременной («нормальной»), и продленной (влечет за собой патологические изменения желудочно-кишечного тракта). Вследствие затруднения эвакуаторной развиваются нарушения иммунной, барьерной, секреторной функций тонкой кишки, транслокации бактерий и токсинов из ее просвета и интоксикации.

Для преодоления послеоперационного пареза кишечника используются множество методов стимуляции кишечника. Наиболее эффективными представляются местные методы стимуляции кишечника с моделированием перистальтической волны, максимально приближенной к естественной, таких как прямая электростимуляция, но описанные в литературе способы (субсерозная фиксация электродов) не выполнимы в условиях перитонита.

При лечении больных с парезом кишечника является быстрая объективная оценка перистальтической активности, ведь тяжесть энтеральной недостаточности влияет на результаты лечения. Практически все методы оценки перистальтической активности являются субъективными (оценка

активности перистальтических шумов), оператор-зависимыми методами (оценка ультразвуковой картины перистальтических шумов, визуальная оценка перистальтической активности), малодоступными (энтероколонография), либо трудоемкими и травматичными. Поэтому при стимуляции работы кишечника необходимо использовать простой неинвазивный метод оценки сократительной активности.

Цель исследования

Улучшить результаты лечения больных с нарушениями сократительной активности кишечника в условиях распространенного перитонита, путем разработки и обоснования в эксперименте метода видеофиксации и автоматизированного анализа перистальтики с последующей прямой последовательной пролонгированной электростимуляцией кишечника.

Задачи исследования

1. Разработать модель распространённого перитонита у животных в эксперименте с низкой летальностью.
2. Разработать в эксперименте оригинальный способ видеофиксации для оценки сократительной активности кишечника.
3. Разработать в эксперименте способ прямой последовательной пролонгированной электростимуляции кишечника на фоне распространенных форм перитонита. Доказать эффективность прямой последовательной пролонгированной электростимуляции кишечника на фоне распространенного перитонита лабораторных животных путем математического анализа данных видеофиксации перистальтики.
4. Показать возможность применения разработанных методов видеофиксации для оценки сократительной активности и прямой последовательной пролонгированной электростимуляции кишечника у пациентов с распространенными формами перитонита.

Научная новизна исследования

1. Впервые использована программа видеофиксации Gut Peristaltis (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025669809 Российская Федерация. № 2025668730 : заявл. 25.06.2025 : опубл. 31.07.2025) для оценки сократительной активности кишечника при распространенных формах перитонита в эксперименте и клинике.

2. Разработан способ прямой последовательной пролонгированной электростимуляции кишечника (Патент РФ 2619579 «Способ пролонгированной прямой электростимуляции кишечника» Заявка № 2011120575/14; заявл. 20.05.2016; опубл. 20.05.2017. бюл. № 28), предложена конструкция контактных электродов для поверхностной электростимуляции сократительной активности кишечника у лабораторных животных.

3. Разработан метод математического анализа данных программы Gut Peristaltis в качестве объективного инструмента оценки сократительной активности кишечника в эксперименте и клинике.

4. В клиническую практику внедрен метод видеофиксации и анализа перистальтики с включением последовательной прямой пролонгированной электростимуляцией кишечника у больных с распространенным перитонитом, требующих санационных релапаротомий.

Научно-практическая значимость исследования

Предложенный математический анализ данных видеофиксации в программе Gut Peristaltis является объективным, неинвазивным и технически простым методом оценки сократительной активности кишечника, и позволяет контролировать эффективность ее стимуляции.

Разработанный способ прямой последовательной пролонгированной электростимуляции кишечника прост в применении, эффективен и безопасен,

и после государственной регистрации устройства контактных электродов для его осуществления может быть предложен к применению в клинике.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Предложенная оригинальная модель распространенного гнойного перитонита в эксперименте является воспроизводимой и позволяет изучать репаративные процессы в брюшной полости в условиях хронического эксперимента

2. Прямая последовательная пролонгированная электростимуляция кишечника положительно влияет на его сократительную активность у экспериментальных животных в условиях распространенных форм перитонита.

3. Программа Gut Peristaltis является объективным инструментом в оценке сократительной активности кишечника. Метод математического анализа данных видеофиксации в программе Gut Peristaltis может использоваться для динамической оценки сократительной активности кишечника, в том числе, для эффективности прямой последовательной пролонгированной электростимуляции в условиях модели распространенных форм перитонита у экспериментальных животных.

4. Интраоперационная видеофиксация перистальтики и последовательной пролонгированной электростимуляции кишечника показало свою эффективность в лечении больных с распространенными формами перитонита.

Внедрение результатов диссертации

Результаты исследования нашли практическое применение в работе хирургических отделений ГБУЗ СО «Центральная городская клиническая

больница № 1 г. Екатеринбург», ЧУЗ «Дорожная больница на ст. Свердловск-Пассажирский РЖД-Медицина» г. Екатеринбурга.

Апробация результатов диссертации

Материалы и основные положения диссертации были представлены и обсуждены на II Съезде хирургов Урала (г. Екатеринбург, 2017 г.); Межвузовской конференции ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России (г. Екатеринбург, 2017 г.); III Съезде хирургов Урала (г. Екатеринбург, 2019 г.).

Декларирование личного участия автора

Автором лично выполнен основной объем теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в диссертационной работе, включая разработку экспериментальной модели перитонита, выполнение всей серии экспериментальных оперативных пособий, обработку видеоданных в программе Gut Peristaltis и их анализ.

Также автором внедрена в клиническую практику методика прямой последовательной электростимуляции при распространенных перитонитах, лично прооперированы в составе операционной бригады пациенты, участвующие в исследовании.

Объем и структура работы

Основной текст диссертации изложен на 125 странице машинописного текста. Работа состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложений. Работа иллюстрирована 15 таблицами, 13 рисунками. Список литературы содержит 207 источника, в том числе 146 - зарубежных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертационная работа выполнена на кафедре хирургических болезней ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России. Исследование состояло из двух основных частей, на которые было получено разрешение этического комитета УГМУ (протокол № 5 от 20.05.2016).

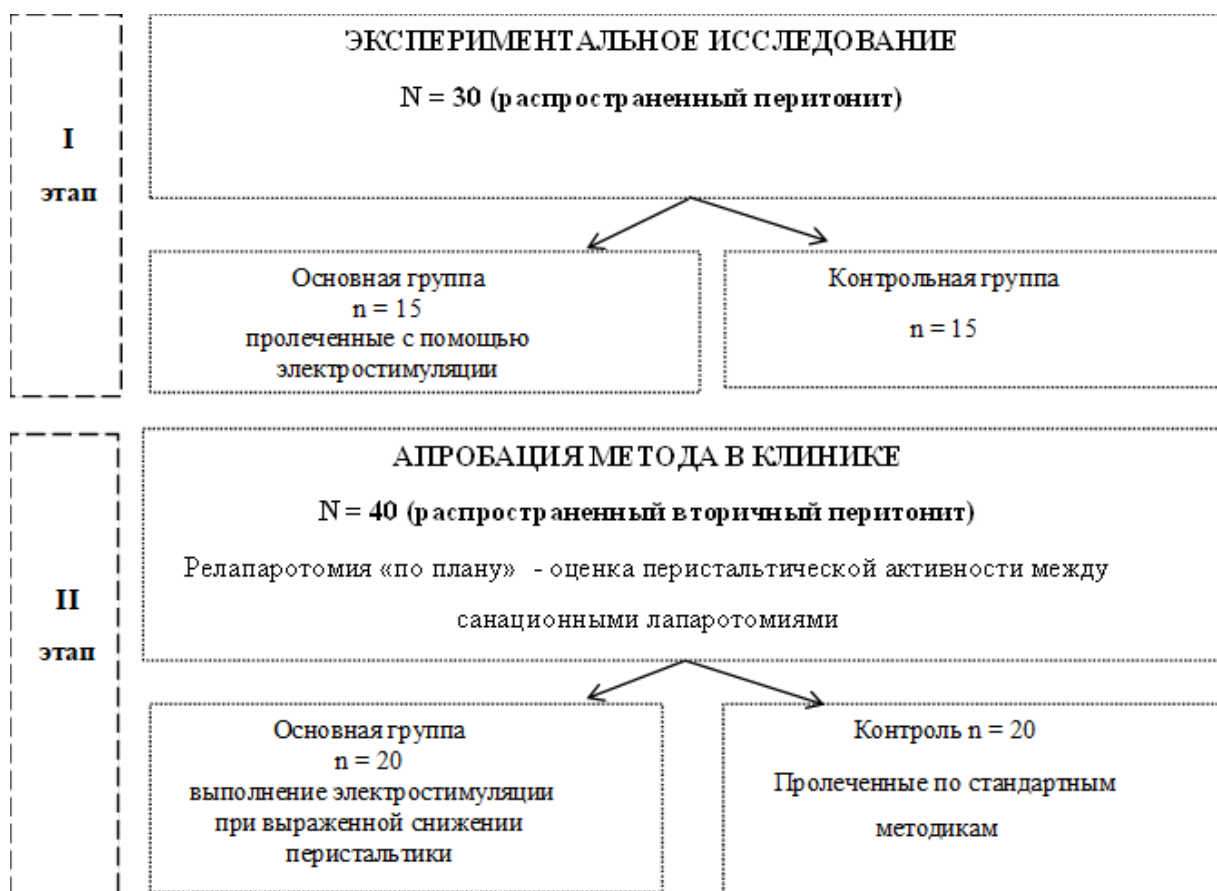


Рисунок 1 — Дизайн исследования

1. Экспериментальный этап исследования (2016–2018 гг.) проводили на базе вивария федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ректор — д.м.н., доц, Семёнов Ю. А.) с 2016 по 2018 год.

Нами был разработан оригинальный метод моделирования распространенного перитонита, основанный на создании перфорации

червеобразного отростка с «выворачиванием» слизистой червеобразного отростка наружу. Предложенная модель распространенного гнойного перитонита является легко воспроизводимой и позволяет изучать репаративные процессы в брюшной полости в условиях хронического эксперимента с низкой летальностью животных. Исследования проводили на 30 половозрелых кроликах-самцах породы «Белый великан» и «Серый великан» весом 3,5-4,0 кг.

Для проведения прямой электростимуляции тонкой кишки инженерами ООО «Фотек» были разработаны электроды-клипсы для монополярного режима стимуляции. Электроды были модифицированы из электродов для низкочастотных электротерапевтических процедур одноразовых внутриволокнистых аппаратов электротерапии «Адаптон-Эмит» (Регистрационное удостоверение на медицинское изделие от 05 февраля 2015 года № РЗН 2015/2331).

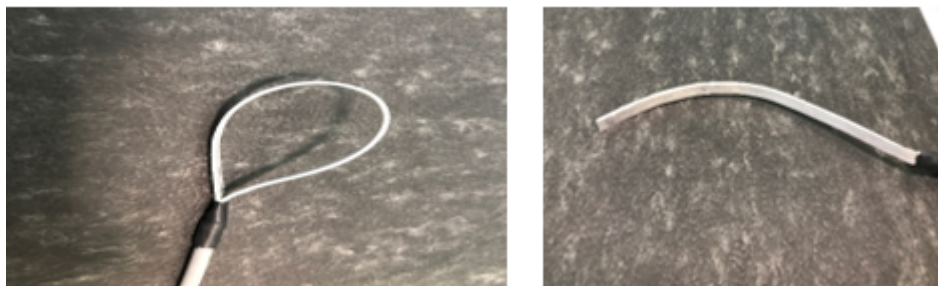


Рисунок 2 — модифицированные электроды-клипсы

В качестве источника электростимуляции использовали аппарат «Амплипульс 7м», обычно применяющийся для проведения непрямой электростимуляции кишечника.

Схема установки электродов была следующей: первый электрод устанавливали на серозную оболочку двенадцатиперстной кишки, предпочтительно на верхнюю горизонтальную часть; второй электрод — на начальном отделе тощей кишки, непосредственно за двенадцатиперстной кишкой; третий и четвертый электроды — на подвздошной кишке: третий —

проксимальнее 10 см от илеоцекального угла, четвертый — непосредственно в области илеоцекального угла.

Для электростимуляции использовали кольцевой режим передачи импульса с частотой 150 Гц, коэффициентом модуляции 50%, силой тока 4-5 мА и длительностью импульса 4 с. Вид тока — переменный/выпрямленный. Данные параметры электростимуляции выбраны нами, как рекомендованные для не прямой электростимуляции. Кольцевой режим вместе с данной схемой установкой электродов позволял выполнить последовательную «поэтажную» стимуляцию.

В процессе эксперимента оценивали следующие параметры:

- 1) определяли перитонеальный выпот, изучали клеточный состав;
- 2) фиксировали амплитуду перистальтической волны сокращения стенки кишечника (видеофиксация), результаты видеофиксации обработали с помощью компьютерной программы;
- 3) общий анализ крови;
- 4) проводили гистологическое исследование стенки кишки в месте наложения электродов для исключения повреждающего воздействия на кишечную стенку.

2. Возможность применения метода в клинике изучали в открытом проспективном рандомизированном контролируемом исследовании, в которое были включены 40 пациентов с диагнозом «разлитой гнойный перитонит», нуждавшихся в проведении программируемых санационных релапаротомий на клинических базах кафедры хирургических болезней УГМУ в стационарах государственного бюджетного учреждения здравоохранения Свердловской области «Центральная городская клиническая больница № 1 г. Екатеринбург» и негосударственного учреждения здравоохранения «Дорожная больница РЖД-здоровье» г. Екатеринбурга. На клинический этап исследования было получено разрешение этического комитета УГМУ (протокол № 5 от 20.05.2016).

В случае наличия показаний для проведения санаций брюшной полости «по плану» для оценки риска развития пареза кишечника проводили видеофиксацию работы кишечника в разные сутки после операции. Этот метод позволял количественно изучать динамику работы кишечника и выявить возможные нарушения моторики. Данные видеофиксации обрабатывали с помощью программы Gut Peristaltis, которая позволяла анализировать перистальтику кишечника (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025669809 Российская Федерация. : № 2025669809 : заявл. 25.06.2025 : опубл. 31.07.2025). Использование программного обеспечения для обработки данных позволяло быстро и объективно оценить результаты и в зависимости от них сформировать программу корректирующих мероприятий с последующей оценкой их эффективности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении экспериментального исследования течение перитонита в обеих группах было схожим. По оценке распространенности воспалительного процесса, перитонит можно было охарактеризовать как распространенный. Явных изменений в динамике клеточного состава в контрольной и основной группах не отмечено. В обеих группах животных развился острый перитонит.

Таблица 1 — Изменение клеточного состава перитонеального выпота в основной и контрольной группах

	Контрольная группа		Основная группа		P =
	Второй день	Третий день	Второй день	Третий день	
Нейтрофилы	47,8±25,3%	62,5±22,4%	65,75±17,21%	60±23,9%	0,05
Лимфоциты	47±21,6%	31,5±15,2%	30±20,3%	32,5±17,1%	0,05
Базофилы	2±3%	3±3%	1,25±1,89%	2,5±2,69%	0,05

По общим анализам крови рассчитывали индекс лейкоцитарной интоксикации Островского. После моделирования перитонита (второй день, входные данные) индекс лейкоцитарной интоксикации в контрольной группе составил $3,84 \pm 1,42$, в основной группе — $2,30 \pm 0,48$; на третий день (день санации перитонита, оценка результатов стимуляции) в контрольной группе — $2,15 \pm 1,40$, в основной — $1,41 \pm 1,03$.

Результаты показали более быстрое снижение индексов интоксикации в основной группе, их нормализация практически наступала ко вторым суткам после моделирования перитонита и сеанса прямой электростимуляции тонкой кишки.

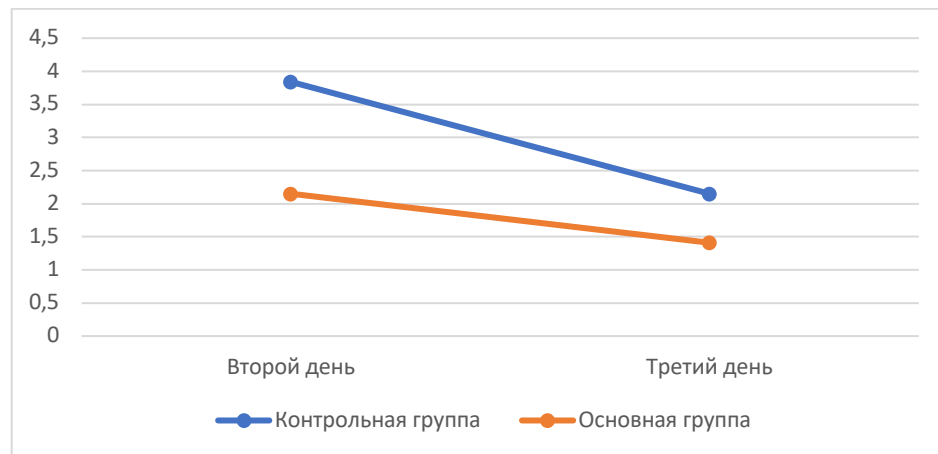


Рисунок 3 — Изменение индекса лейкоцитарной интоксикации Островского по дням исследования

Для оценки безопасности проведения прямой электростимуляции нами было проведено гистологическое исследование участков тонкой кишки, подвергавшихся электростимуляции. При гистологическом исследовании тканей в области наложения электродов отмечали умеренную клеточную реакцию с участием лимфоцитов, эозинофильных лейкоцитов, единичных нейтрофилов, что свидетельствовало о небольшой воспалительной реакции тканей, без выраженных патологических изменений (рисунок 4).

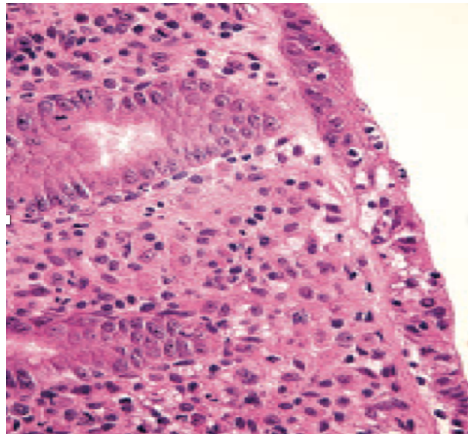


Рисунок 4 — Гистологический срез стенки тонкой кишки, в месте установки электродов, окраска гематоксилином и эозином (увеличение $\times 200$).
Обнаруживаются немногочисленные лейкоциты в покровном эпителии, признаки регенераторных изменений

Изменения в тканях носили обратимый характер, что свидетельствовало об исключении деструктивного воздействия на стенку кишки и подтверждало малую травматичность использования электродов при установке их на серозную оболочку, также не было обнаружено изменений со стороны слизистой оболочки тонкой кишки - отмечался небольшое набухание клеток и невыраженный отек в подэпителиальном и железистых слоях. Это подтвердило безопасность применения метода прямой электростимуляции. Важным преимуществом является быстрота и техническая простота установки электродов, что является важным при необходимости увеличения числа точек наложения электродов или времени воздействия электрическим током.

Все 30 животных в обеих группах хорошо перенесли операции, летальных случаев не зафиксировано.

Для оценки перистальтической активности тонкой кишки мы использовали программу для ЭВМ Gut Peristaltis. Принцип работы программы состоит в нескольких последовательных этапах. На первом этапе при обработке видео разбивается на множество кадров (уникальных картинок), затем - каждый кадр дробится на миллион точек, пикселей. Каждая такая точка имеет уникальное окружение других пикселей. Программа может следить за

изменением положения заданной точки, находя эту уникальную точку на каждом кадре. Затем программа строит график изменений длины отрезков между заданными точками. При помощи видеофиксации оценивали изменение сократимости тонкой кишки в контрольной и основной группах.

Для оценки изменения сократительной активности кишечника считали амплитуду сокращений стенки тонкой кишки в поперечном и продольном направлениях на первый, второй и третий день эксперимента (моделирование перитонита, первый день перитонита, второй день). Для этого в программе Gut Peristaltis в произвольных смежных участках тонкой кишки по краю серозной оболочки устанавливали точки и отмечали изменения амплитуды сокращения тонкой кишки в продольном и поперечном направлении за 10 секунд.



Рисунок 5 — Установка точек на стенке кишки для создания линий в продольном и поперечном направлениях

В программе Gut Peristaltis после калибровки масштабирования (для эталона брали предмет известной длины), устанавливали в произвольном порядке точки на два участка кишки в продольном и поперечном направлении для оценки амплитуды ее сокращения. Дальнейший расчет проводила сама программа, в результате чего выводилась таблица по изменению расстояния в установленных точках.

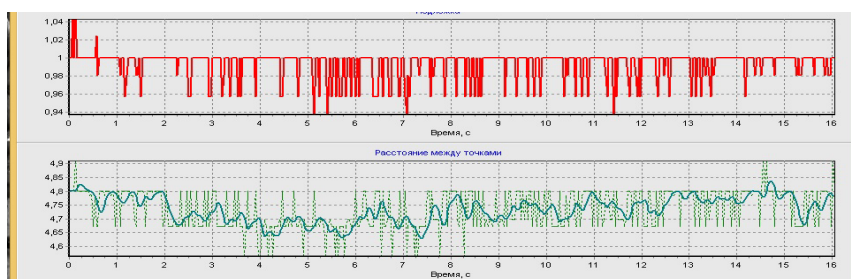


Рисунок 6 — Амплитуда сокращения кишечной стенки в продольном направлении

Мы считали амплитуду изменения за 10 секунд. В полученных нами данных скорость перистальтики сопоставима с данными литературы о скорости перистальтической волны тонкого кишечника, что свидетельствовало о том, что методика математического анализа видеофиксации программой Gut Peristaltis может использоваться для анализа скорости перистальтической волны.

В экспериментальном исследовании мы осуществляли видеофиксацию в обеих группах животных, оценивали изменение скорости сократимости относительно первого дня ко второму, второго к третьему и третьего дня (день санации перитонита) относительно первого дня (исходные данные, отсутствие перитонита). При анализе данных видеофиксации нами отмечено повышение перистальтической активности в основной группе, по отношению к контрольной. В контрольной группе отмечено угасание сократительной активности во второй день на $59,3 \pm 10,5\%$, увеличение относительно второго дня — на $28 \pm 3,15\%$ в поперечном направлении и сначала уменьшение на $49 \pm 8,06\%$ на второй день, увеличение на третий относительно второго дня — на $32,9 \pm 4,45\%$ в поперечном направлении; ($p < 0,05$). В основной группе отмечено угасание сократимости всего на $3,8 \pm 1,05\%$, и даже увеличение скорости на $3,15\% \pm 1,5$ в поперечном и продольном направлениях соответственно, затем выявлено улучшение сократительной активности на третий день ($13,3 \pm 4,45\%$ и $6 \pm 1,45\%$) ($p < 0,05$). Если сравнивать только различия усиления перистальтической активности на третий день, относительно второго, то усиление сократимости кишечной стенки получилось более выраженным, но это связано с более выраженным угнетением перистальтической активности на второй день. Это свидетельствовало об эффективности стимуляции тонкой кишки и более быстром разрешении послеоперационного пареза при близких характеристиках перитонита.

Для группировки экспериментальных объектов (кроликов) по тяжести нарушений сократительной функции тонкой кишки на основе множества

признаков нами был выбран кластерный анализ методом К-средних (K-means). Для проведения анализа были использованы следующие признаки: Δ Продольная = Продольная скорость (24 ч) – Продольная скорость (0 ч), Δ Поперечная = Поперечная скорость (24 ч) – Поперечная скорость (0 ч), время первого стула после последней релапаротомии (в часах) и время появления отхождения первых газов после последней релапаротомии (в часах). На основе проведенного анализа выбрано оптимальное число кластеров ($k=3$).

В итоге были получены следующие кластеры:

- кластер 0 ($n=10$) характеризовался наиболее выраженным снижением продольной и поперечной скорости;
- кластер 1 ($n=14$) продемонстрировал умеренные изменения;
- кластер 2 ($n=6$) имел минимальные изменения скорости и более короткие сроки восстановления.

Таблица 2 - Абсолютные и относительные изменения продольной и поперечной скорости перистальтики кишечника в зависимости от кластера

Параметр	Кластер 0	Кластер 1	Кластер 2
Δ Продольная (абс.)	$-1,5 \pm 0,4$	$-0,7 \pm 0,3$	$+0,2 \pm 0,1$
Δ Продольная (%)	$-62\% \pm 14$	$-28\% \pm 10$	$+8\% \pm 4$
Δ Поперечная (абс.)	$-0,9 \pm 0,2$	$-0,4 \pm 0,1$	$-0,1 \pm 0,05$
Δ Поперечная (%)	$-45\% \pm 11$	$-18\% \pm 7$	$-5\% \pm 2$

Время восстановления функции кишечника оценивали по двум показателям: времени появления первого стула и времени отхождения газов после хирургического вмешательства.

Таблица 3 - Время восстановления функции кишечника после хирургического вмешательства в зависимости от кластера

Параметр	Кластер 0	Кластер 1	Кластер 2
Первый стул (часы)	22,5 ± 3,1	18,3 ± 2,4	12,0 ± 1,8
Первые газы (часы)	16,8 ± 2,5	12,1 ± 1,9	8,2 ± 1,2

На основании полученных кластеров было проведено определение критериев для проведения электростимуляции и оценка её эффективности в разных группах (основная группа, контрольная группа). В кластере с сильным снижением моторики (кластер 0) основная группа демонстрировала существенное сокращение времени до появления первого стула (на 36%) и газов (на 46%) по сравнению с контрольной группой, что свидетельствует о высокой эффективности электростимуляции в данной категории. В кластерах с умеренным (кластер 1) и минимальным снижением (кластер 2) различия между группами были статистически незначимыми ($p > 0,05$).

Таблица 4 - Сравнение эффективности лечения в основной и контрольной группах, в зависимости от принадлежности к кластеру

Параметр		Основная группа (часы)	Контрольная группа (часы)	p-value	Эффективность
Кластер 0	Первый стул	14,2 ± 2,1	22,4 ± 3,5	<0,001	Сокращение времени на 36%
	Первые газы	8,5 ± 1,3	15,7 ± 2,2	<0,001	Сокращение времени на 46%
Кластер 1	Первый стул	18,5 ± 3,0	21,3 ± 2,8	0,12	Различия незначимы
	Первые газы	12,0 ± 2,1	14,2 ± 1,7	0,08	Различия незначимы
Кластер 2	Первый стул	20,1 ± 2,5	19,8 ± 1,9	0,85	Различия отсутствуют

Параметр		Основная группа (часы)	Контрольная группа (часы)	p-value	Эффективность
	Первые газы	13,5 ± 1,8	12,9 ± 1,5	0,65	Различия отсутствуют

В кластере с умеренным снижением (кластер 1) наблюдалась тенденция к ускорению восстановления в основной группе, однако различия не достигли статистической значимости ($p > 0,05$). Для кластера с минимальными изменениями (кластер 2) достоверных различий между группами не было выявлено.

Таблица 5 - сравнение эффективности лечения в основной и контрольной групп, в зависимости от принадлежности к кластеру.

Параметр		Основная группа (единицы)	Контрольная группа (единицы)	P-value	Эффективность
Кластер 0	Δ Продольная	+0,6 ± 0,2	+0,2 ± 0,1	<0,001	Ускорение в 3 раза
	Δ Поперечная	+0,4 ± 0,1	+0,1 ± 0,05	<0,001	Ускорение в 4 раза
Кластер 1	Δ Продольная	+0,3 ± 0,1	+0,1 ± 0,05	0,06	Тенденция к улучшению
	Δ Поперечная	+0,2 ± 0,1	+0,05 ± 0,03	0,09	Тенденция к улучшению
Кластер 2	Δ Продольная	+0,1 ± 0,05	+0,05 ± 0,02	0,45	Различия отсутствуют
	Δ Поперечная	+0,05 ± 0,02	+0,02 ± 0,01	0,32	Различия отсутствуют

Таким образом, комплексный анализ изменений скорости перистальтики, в сочетании с клиническими проявлениями, предоставляло надежную основу для прогнозирования течения нарушений моторики кишечника и обоснования необходимости электростимуляции у конкретных пациентов. Можно заключить, что электростимуляция кишечника оказывало положительный эффект на скорость восстановления перистальтики кишечника в основной группе животных.

Видеофиксация — это простая и информативная методика оценки перистальтической активности, может использоваться как для текущей оценки так и для прогноза в любой период после оперативного вмешательства.

С использованием метода видеофиксации на базе клиники кафедры хирургических болезней ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России проведено проспективное рандомизированное контролируемое исследование, в которое было включено 40 пациентов с разлитым перитонитом, нуждавшихся в проведении программируемых санационных релапаротомий.

Таблица 6. Исходные характеристики пациентов на момент первого вмешательства (1 сутки)

Показатель	Основная группа (n=20)	Контрольная группа (n=20)	p-value
Возраст, лет	56,2 ± 15,3	55,8 ± 16,1	>0,05
Пол (мужчины/женщины)	12/8	13/7	>0,05*
МРІ, баллы	23,1 ± 5,4	22,8 ± 6,3	>0,05
АРАСНЕ II, баллы	15,7 ± 3,8	15,3 ± 4,1	>0,05
SOFA, баллы	5,6 ± 1,7	5,4 ± 1,9	>0,05
ИБП (по В.С. Савельеву), баллы	8,0 ± 1,6	7,8 ± 1,8	>0,05
СРБ, мг/л	188,4 ± 36,2	185,7 ± 38,9	>0,05
ПКТ, нг/мл	3,4 ± 1,8	3,2 ± 1,9	>0,05
ЛИИ (по Кальф-Калифу)	4,9 ± 1,5	4,7 ± 1,6	>0,05

*Для сравнения категориальной переменной (пол) использован точный критерий Фишера.

Таблица 7. Распределение пациентов по причинам перитонита

Причина перитонита	Основная группа (n=20)	Контрольная группа (n=20)	p-value*
Перфоративная язва	8 (40%)	9 (45%)	>0,05
Деструктивный аппендицит	5 (25%)	4 (20%)	>0,05
Острая кишечная непроходимость	4 (20%)	4 (20%)	>0,05
Перфорация толстой кишки	2 (10%)	2 (10%)	>0,05
Панкреонекроз	1 (5%)	1 (5%)	>0,05

*Для сравнения категориальных переменных использован точный критерий Фишера.

Обе группы были полностью сопоставимы по возрасту, полу, тяжести состояния по всем интегральным шкалам, уровню маркеров системного воспаления и этиологической структуре перитонита. Всем пациентам обеих групп выполнялась интраоперационная видеофиксация сократимости кишечника с последующим компьютерным анализом с помощью программного обеспечения GutPeristaltis на первой, второй и третьей программируемых санационных релапаротомиях. Измеряли скорость продольной и поперечной перистальтических волн (см/с). Пациенты были распределены в две группы по 20 человек. Первая группа (основная группа с электростимуляцией, n=20) — пациенты, которым при объективно зафиксированном снижении сократимости перистальтики более чем на 61% на санационной релапаротомии по сравнению с исходными показателями дополнительно применялась методика продленной прямой последовательной электростимуляции кишечника. Процедура выполнялась во время второй программируемой санационной релапаротомии после завершения санации брюшной полости и перед ушиванием лапаротомной раны. Параметры

стимуляции: применялся режим монополярной импульсной стимуляции с частотой 12 импульсов в минуту (что соответствует физиологической частоте медленных волн тонкой кишки), амплитудой 4-6 мА, длительностью импульса 300 мс, форма импульса — прямоугольная биполярная. Стимуляцию проводили последовательно, что обеспечивало воспроизведение физиологического направления перистальтической волны. Выбор параметров стимуляции основывался на данных исследований непрямой электрической стимуляции желудочно-кишечного тракта и был направлен на максимальное воспроизведение физиологических характеристик перистальтической волны в тонкой кишке. Вторая группа (контрольная группа без электростимуляции, n=20) — пациенты, получавшие стандартное послеоперационное ведение с видеофиксацией перистальтики, но без применения электростимуляции кишечника, даже при выявлении снижения скорости перистальтики более чем на 61%. Данная группа служила группой сравнения для оценки эффективности электростимуляции.

Тяжесть состояния объективизировали с помощью общепринятых интегральных шкал: Мангеймский индекс перитонита (MPI), APACHE II, SOFA и Индекс брюшной полости (ИБП по В.С. Савельеву). Проводили забор крови для определения уровня маркеров системного воспаления: С-реактивного белка (СРБ), прокальцитонина (ПКТ) и расчета лейкоцитарного индекса интоксикации (ЛИИ).

Таблица 8. Исходные характеристики пациентов на момент первого вмешательства (1 сутки)

Показатель	Основная группа (n=20)	Контрольная группа (n=20)	p-value
Возраст, лет	56,2 ± 15,3	55,8 ± 16,1	>0,05
Пол (мужчины/женщины)	12/8	13/7	>0,05*
MPI, баллы	23,1 ± 5,4	22,8 ± 6,3	>0,05
APACHE II, баллы	15,7 ± 3,8	15,3 ± 4,1	>0,05
SOFA, баллы	5,6 ± 1,7	5,4 ± 1,9	>0,05

ИБП (по В.С. Савельеву), баллы	8,0 ± 1,6	7,8 ± 1,8	>0,05
СРБ, мг/л	188,4 ± 36,2	185,7 ± 38,9	>0,05
ПКТ, нг/мл	3,4 ± 1,8	3,2 ± 1,9	>0,05
ЛИИ (по Кальф-Калифу)	4,9 ± 1,5	4,7 ± 1,6	>0,05

*Для сравнения категориальной переменной (пол) использовали точный критерий Фишера.

Динамика моторной функции, представленная в Таблице 9, демонстрирует объективные результаты применения программы Gut Peristaltis.

Таблица 9. Динамика сократимости тонкой кишки по данным видеофиксации

Показатель	Основная группа (n=20)	Контрольная группа (n=20)	p-value
Сократимость кишечника на 1 операции, см/с	0,85 ± 0,08	0,86 ± 0,07	>0,05
Среднее снижение скорости на 2 сутки, %	57,8 ± 12,1	58,9 ± 11,8	>0,05
Пациенты со снижением >61%	7 (35%)	8 (40%)	>0,05*
Изменение сократимости к 3 операции (от исходного), %	84,7 ± 11,3	78,2 ± 10,9	<0,05

*Для сравнения категориальных переменных использован точный критерий Фишера.

Таблица 10. Изменение сократимости тонкой кишки у пациентов с выраженным снижением (>61%)

Показатель	Основная группа с электростимуляцией (n=7)	Контрольная группа без электростимуляции (n=8)	p-value
Снижение сократимости на 2 сутки, %	70,3 ± 7,2	69,8 ± 6,9	>0,05
Восстановление к 3 операции (от исходного), %	81,4 ± 9,6	72,1 ± 11,2	<0,05

Видеофиксация перистальтической активности кишечника с использованием программного обеспечения GutPeristalsis позволила объективизировать степень угнетения моторной функции и выделить подгруппу пациентов, нуждающихся в дополнительной терапии. Видеофиксация перистальтической активности кишечника показала себя как простая и неинвазивная методика, которая достоверно позволяла оценить изменение перистальтической активности тонкой кишки и может использоваться для оценки эффективности лечения паралитической непроходимости при распространенных формах перитонита.

ВЫВОДЫ

1. В эксперименте на животных удалось получить модель распространенного перитонита с низкой послеоперационной летальностью, данная модель является воспроизводимой и позволяет изучать репаративные процессы в брюшной полости в условиях хронического эксперимента.

2. Разработан в эксперименте оригинальный способ видеофиксации для оценки сократительной активности кишечника, позволяющий объективно оценить перистальтическую активность в любой период после оперативного вмешательства.

3. Разработан в эксперименте способ прямой последовательной пролонгированной электростимуляции кишечника на фоне распространенных форм перитонита. Доказана эффективность прямой последовательной

продолжительной электростимуляции кишечника на фоне распространенного перитонита лабораторных животных путем математического анализа данных видеофиксации перистальтики, на фоне проведенной электростимуляции отмечается увеличение скорости в средней на 10% относительно контрольной группы.

4. Использование видеофиксации для оценки сократительной активности кишечника у пациентов с распространенным перитонитом дало возможность объективизировать моторные нарушения. Это позволило выделить подгруппу пациентов, у которых применение прямой последовательной продолжительной электростимуляции кишечника привело к статистически значимому ($p < 0,05$) ускорению восстановления перистальтики — на 9,3%.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Видеофиксация может использоваться для оценки перистальтической активности кишечника. Для обработки данных видеофиксации рекомендуется использование программы Gut Peristaltis. Для оценки амплитуды сокращения кишечной стенки в программе Gut Peristaltis после калибровки масштабирования (для эталона берется предмет известной длины), устанавливаются в произвольном порядке точки на два участка кишки в продольном и поперечном направлении, скорость высчитывается в см/сек. Оценивать изменение перистальтической активности тонкой кишки между релапаротомиями.

2. Метод прямой последовательной продолжительной электростимуляции кишечника при лечении больных с распространенными формами перитонита может быть целесообразен больным, которым проводятся санационные релапаротомии «по плану», у которых на повторной операции методом видеофиксации обнаружено выраженное угнетение перистальтической активности кишечника.

При применении метода лечения с помощью прямой последовательной пролонгированной электростимуляции кишечника рекомендуется «поэтажная» электростимуляция: электроды перемещать по всей тонкой кишке, начиная от тощей, с шагом наложения электродов на расстоянии 10 см друг от друга;

– для продленной электростимуляции электроды целесообразно накладывать в четырех точках: первый — сразу за связкой Трейтца, второй — через 10 см, третий — в 15 см от илеоцекального угла, четвертый — непосредственно у илеоцекального узла; электроды фиксировать прошиванием капроновой нитью в бессосудистой части брыжейки тонкой кишки;

– сохранять следующие обязательные параметры электростимуляции: кольцевой режим, частоту импульса — 150 Гц, коэффициент модуляции — 50%, силу тока — 4-6 мА, длительность импульса — 4 с; вид тока — переменный/выпрямленный, сеанс электростимуляции — 3 минуты; между санационными релапаротомиями интервалы сеансов электростимуляции 120 минут.

3. Электроды удалять при санационной релапаротомии, когда явления перитонита регрессировали и дальнейших реларотомий «по плану» не требуется.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВТЭО	– венозные тромбоэмболические осложнения
ДПК	– двенадцатиперстная кишка
ЖКТ	– желудочно-кишечный тракт
ИВЛ	– искусственная вентиляция лёгких
НГЗ	– назогастральный зонд
НИИ	– назоинтестинальная интубация
НПВС	– нестероидные противовоспалительные препараты

ПОП	– послеоперационный парез кишечника
СПОН	– синдром полиорганной недостаточности
МРІ	– Мангеймский индекс перитонита

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Чернядьев, С. А. Моделирование перитонита в условиях эксперимента / С. А. Чернядьев, К. А. Кубасов, Э. И. Булаева // Уральский медицинский журнал. – 2016. – № 8(141). – С. 123-124. – EDN WZJTNV.

2. Чернядьев, С. А. Патогенетические аспекты развития пареза кишечника при перитоните / С. А. Чернядьев, Э. И. Булаева, К. А. Кубасов // Проблемы стоматологии. – 2016. – Т. 12, № 4. – С. 84-89. – DOI 10.18481/2077-7566-2016-12-4-84-89. – EDN WZJNLT.

3. Кубасов, К. А. Новая методика перитонита в условиях эксперимента / К. А. Кубасов, Э. И. Булаева // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 6. – С. 4. – EDN XDZETF.

4. Анализ структуры заболеваемости перитонитом в ЦГКБ№1 за период 2014-2016 гг. / С. М. Денисенко, Э. И. Булаева, К. А. Кубасов, С. А. Чернядьев // Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения : Материалы III Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов, III Форума медицинских и фармацевтических ВУЗов России "За качественное образование", Екатеринбург, 03–05 апреля 2018 года. Том 3. – Екатеринбург: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уральский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2018. – С. 593-598. – EDN ХКАFAG.

5. Чернядьев, С. А. Дифференцированный подход в лечении больных с распространенным перитонитом, требующих санационных релапаротомий / С.

А. Чернядьев, К. А. Кубасов, Э. И. Булаева // Вестник УГМУ. – 2020. – № 1-2. – С. 72-74. – EDN QCSJST.

6. Чернядьев, С. А. Применение кластерного анализа для прогнозирования угнетения перистальтической активности кишечника на основе данных видеофиксации у лабораторных животных / С. А. Чернядьев, К. А. Кубасов, А. В. Жилияков, В. А. Бородихина, Н. И. Сивкова // Современная наука, актуальные проблемы теории и практики. – 2025. – № 8. – С. 74-86. – EDN WZJNVM.

7. Патент № 2619579 С1 Российская Федерация, МПК А61N 1/36. Способ пролонгированной прямой последовательной электростимуляции кишечника : № 2016118464 : заявл. 11.05.2016 : опубл. 16.05.2017 / К. А. Кубасов, Э. И. Булаева, С. А. Чернядьев; заявитель Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Уральский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации (ГБОУ ВПО УГМУ Минздрава России). – EDN GHKEQW.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025669809. Компьютерная программа оценки параметров перистальтики тонкого кишечника «Gut Peristaltis»: № 2025668730 : заявл. 25.05.2025 : опубл. 31.07.2025 / Кубасов К. А., Чернядьев С. А., Жилияков А. В., Соколов С. Ю., Бородихина В. А.; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования "Уральский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Кубасов Кирилл Александрович

ВИДЕОАНАЛИЗ КАК ОБЪЕКТИВНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ
ПЕРИСТАЛЬТИКИ В УСЛОВИЯХ РАСПРОСТРАНЕННОГО
ПЕРИТОНИТА
(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

3.1.9. — Хирургия

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Автореферат напечатан по решению диссертационного совета 21.2.074.01
ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России от _____

Подписано в печать _____

Формат 60 × 84 1/16. Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава