

УДК 616-079.1

## ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ ИШЕМИИ ТОЛСТОЙ КИШКИ НА ОСНОВАНИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ПОСРЕДСТВОМ ГАСТРОЭНТЕРОГРАФИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

П.Г. МАТУСОВ<sup>1</sup>, А.Н. КУПО<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Учреждение здравоохранения «Гомельская университетская клиника – областной госпиталь инвалидов Великой Отечественной войны» (г. Гомель, Республика Беларусь)

<sup>2</sup> Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины» (г. Гомель, Республика Беларусь)

**Аннотация.** Предложена методика диагностики абдоминальной ишемии, которая, в частности, относится к специфическим осложнениям после реконструктивных операций на аорте. При этом, результаты гастроэнтерографических измерений, обработанные методами математической статистики, позволяют диагностировать степень постоперационных осложнений от транзиторной до трансмуральной в первые сутки после операции, и тем самым снизить вероятность развития летального исхода.

**Ключевые слова:** абдоминальная ишемия, гастроэнтерографические измерения, статистическая обработка медицинских показателей.

## FEATURES OF DIAGNOSIS OF COLONIC ISCHEMIA BASED ON STATISTICAL DATA OBTAINED THROUGH GASTROENTEROGRAPHIC MEASUREMENTS

PAVEL G. MATUSAU<sup>1</sup>, ALIAKSANDR N. KUPO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Gomel University Clinic – Regional Hospital for Disabled Veterans of the Great Patriotic War" (Gomel, Republic of Belarus)

<sup>2</sup> Francisk Skorina Gomel State University (Gomel, Republic of Belarus)

**Abstract.** A method for diagnosing abdominal ischemia is proposed, which, in particular, refers to specific complications after reconstructive operations on the aorta. At the same time, the results of gastroenterographic measurements, processed by methods of mathematical statistics, make it possible to diagnose the degree of postoperative complications from transient to transmural on the first day after surgery, and thereby reduce the likelihood of death.

**Keywords:** abdominal ischemia, gastroenterographic measurements, statistical processing of medical indicators.

### Введение

Современные методы лечения и усовершенствованные медицинские технологии позволили снизить уровень смертности после реконструктивных операций на аорте [1]. В меньшей степени уделено внимание вопросу специфических осложнений в раннем послеоперационном периоде при данных видах операций, а также возможным методам их предупреждения. К специфическим осложнениям относится абдоминальная ишемия, на долю которых приходится около 20%. В структуре абдоминальной ишемии ишемический колит занимает до 80%. В зависимости от тяжести поражения кишечной стенки выделяют три формы:

– легкая степень (транзиторная) характеризуется поражением слизистого слоя. Клинически проявляется диареей, возможно с примесью крови. В 75% случаев начинается впервые 24-48 часов.

– средняя степень ишемии характеризуется поражением слизистого и мышечного слоя, которая может привести к заживлению с образованием стриктуры и фиброза, а может перейти в более тяжелую форму.

– тяжёлая степень (трансмуральная) ишемии, которая приводит к гангрене кишки и перфорации. На ее долю приходится 2% от общего количества осложнений и смертность в этой группе составляет 50%. Данные осложнения выявляются, как правило, поздно из-за того, что

пациенты находятся под действием анальгетиков в послеоперационном периоде, а появляющиеся боли и диарею связывают с особенностями операции и приемом антибиотиков.

Известно, что кровоснабжение толстой кишки происходит из бассейна двух артерий (верхней и нижней брыжеечных). Между ними есть анастомозирующий сосуд, по которому происходит питание левой половины ободочной кишки. Для диагностики послеоперационной ишемии традиционно проводят аортографию. В 35% случаев удается выявить функционирующую дугу Реолана. При малейшем подозрении на абдоминальную ишемию врачу приходится опираться на клинические проявления. Самым распространенным является диарея. Как правило, жидкий стул коричневого цвета, возможно с примесью крови. Наличие крови в стуле не является отражением тяжести ишемии кишки. У данных пациентов температура может достигать 37,2–37,8 °С. В анализе крови специфических изменений на стадии ишемии. В постановке диагноза прибегают к выполнению эндоскопии, которая является более доступным и надежным диагностическим способом. Если со стороны слизистой изменений не выявлено на расстоянии 40–60см от анального канала, исследование прекращают. Ишемических поражений правой половины ободочной кишки без поражения левой не бывает. Колоноскопия должна выполняться ежедневно, а при необходимости и несколько раз в день. Недостатком является плохая переносимость пациентами данного исследования и большая вероятность перфорации кишки.

Предлагается способ диагностики ишемии толстой кишки на основе информации, полученной посредством гастроэнтерографа ЛА-И24USB (ЗАО «Руднев-Шиляев», Москва) [2].

### Методика диагностики гастроэнтерографическим методом

Устройство сбора и обработки гастроэнтерографической информации (гастроэнтерограф), предназначено для регистрации биоэлектрических проявлений моторной активности различных отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и проведения спектрального анализа. Гастроэнтерограф состоит из электронного блока регистратора, персонального компьютера (ноутбука), комплекта соединительных проводов, электродов и специального программного обеспечения. Гастроэнтерорегистратор содержит 24-разрядный аналого-цифровой преобразователь, реализованный на модифицированном прецизионном устройстве аналого-цифрового преобразования для IBM PC/AT совместимых компьютеров на шину USB [2]. Данные для диагностики получаются путём получения сигналов с электродов, присоединённых определённым образом к пациенту. Внешний вид устройства и схема присоединения электродов представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Внешний вид устройства сбора информации (а) и пример схемы подключения электродов (b)

Пара электродов (красно/черный) – компенсационная, служит для подавления помех психобиологического происхождения, и ее место на левом бедре (голену) пациента. Пары (зелено-желтый) и (сине/коричневый) – измерительные, устанавливаются во взаимно перпендикулярных плоскостях абдоминального отдела. Кроме того Возможны и другие схемы наложения электродов, в частности (зелено-желтую) и (сине/коричневую) пары можно

разместить на диагональных конечностях пациента, что реализует классическую схему регистрации биопотенциалов ЖКТ в послеоперационном периоде, когда нет физической возможности установки электродов на переднюю брюшную стенку. Назначение (красно-черной) пары электродов при этом не меняется

Полученный сигнал визуализируется посредством специального программного обеспечения, при этом может быть выбран ряд его комбинаций с учётом компенсационного канала, как это показано на рисунке 2. Критерием соответствия в данном случае является минимальный размах полученной разности.



Рис. 2. Внешний вид окна отображения полученного сигнала

В системе имеются два фильтра – линейризатор, позволяющий исключить ошибки первого рода при спектральном анализе случайного сигнала и предварительный фильтр, основанный на преобразовании Фурье, имеющий полосу пропускания от 0 до 0,5 Гц, т.е. фильтрующий до 90% помех от сетевой наводки и работы сердечно-сосудистой системы. Применение обратного преобразования Фурье к выделенным спектральным диапазонам позволяет получить развёртку колебаний биопотенциалов во времени в соответствующих отделах ЖКТ. Существует опциональная возможность для получения спектрального представления сигнала и его обработки, тем самым могут быть получены количественные характеристики интенсивности биокосебаний различных отделов ЖКТ в соответствии с их спектральным составом, как это показано в таблице 1.

Таблица 1. Спектральный состав биокосебаний различных отделов ЖКТ

Отдел	Начало, Гц	Конец, Гц
Гастрограмма	0,04	0,06
Энтерограмма дистальный	0,16	0,20
Энтерогра проксимальный	0,08	0,12
Колограмма	0,016	0,022

Основными диагностическими показателями, получаемыми в результате компьютерной обработки, служат значения амплитуд («размах» колебаний) электрических сигналов, энергия в импульсе, спектр мощности и его изменение во времени, величины отклонений частот от номинальных величин, коэффициенты аритмии, форма импульса. В частности, режим функционирования желудка, называемый «нормогастрия», соответствует диапазону частот сокращения органа на уровне  $\omega_D = 0,05$  Гц с допуском в пределах  $\pm 20\%$ . Международное обозначение такой частоты 3 cpm (3 circles per minute — 3 цикла в минуту). Например, наиболее высокие частоты сокращений наблюдаются у двенадцатиперстной кишки (ДПК) 12 cpm (0,2 Гц) [3, 4].

Самым информативным и широко используемым в мировой практике показателем динамики активности ЖКТ является пространственная 3D-картина, отображающая зависимость амплитуды (мощности) гастросигнала от времени и частоты. Она может быть построена как на основе преобразований типа скользящего (оконного, кратковременного)

Фурье-анализа (running spectral analysis — RSA), так и с помощью математического аппарата вейвлет-анализа [4].

### **Заключение**

Данный метод позволяет отслеживать состояние пациента в динамике, не подвергая риску его здоровье. Предложенный метод показал свою эффективность при применении его в функциональной диагностике процессов в органах ЖКТ, в частности ишемии толстой кишки. Сопоставлены частотные режимы миоэлектрических колебаний с видами гастроэнтерологических заболеваний, при этом точность диагноза составляет до 80 % исследуемых случаев. Средства визуализации позволяют проследить изменения доминантных частот органов во времени. Распределение пиков активности колебания по множеству частот с учетом их длительности можно наглядно представить посредством гистограмм. Для обработки гастросигналов, представленных в виде таблиц, и визуализации результатов применяются системы компьютерной математики MathCad и MATLAB. Спектральные методы обработки сигналов в гастроэнтерологических исследованиях активно прогрессируют, при этом, развивается тесное сотрудничество медиков с инженерами — специалистами по IT-технологиям в составе общих департаментов научных центров или одного или двух факультетов многопрофильных университетов [4].

### **Список литературы**

1. Комаров Р.Н., Каравайкин П.А., Мурылёв В.В. История реконструктивной хирургии аорты и аортального клапана. Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2017. – вып. 21(3S) – С. 45-60.
2. Официальный сайт ООО «Руднев-Шиляев» [Электронный ресурс]: URL: <https://rudshel.ru/platy-sboradannyh-s-interfejsom-usb/lai24usb360000> (дата обращения: 01.11.2024).
3. Орешко Л. С., Семенова Е. А., Орешко А. Ю. Функциональное состояние органов пищеварения у больных целиакией, ассоциированной с дисплазией соединительной ткани. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2021.– вып. 188(4) – С. 96–105.
4. Свиньин С.Ф., Попов А.И., Рудалев А.В. Вейвлет-анализ и информационные технологии в задачах обработки электрогастроэнтерограмм // Труды СПИИРАН, 2013, – вып. 4(27) – С. 129-143.