

## СЕЛЕКТИВНАЯ ПОЛИГРАФИЯ И РЕЗОНАНСНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ПРИ ПЕРИТОНИТЕ

И. Г. Бобринская<sup>1,2</sup>, В. В. Мороз<sup>1,2</sup>, В. Н. Яковенко<sup>3</sup>,  
О. Н. Кудряков<sup>4</sup>, Е. А. Спиридонова<sup>1</sup>, В. Ю. Солдатова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Московский государственный медико-стоматологический университет  
им. А. И. Евдокимова Минздрава России, кафедра анестезиологии и реаниматологии лечебного факультета  
Россия, 127473, г. Москва, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1

<sup>2</sup> НИИ общей реаниматологии им. В. А. Неговского,  
Россия, 107031, Москва, ул. Петровка, д. 25, стр. 2

<sup>3</sup> Институт хирургии им. А. В. Вишневского,  
Россия, 115093, Москва, ул. Большая Серпуховская, д. 27

<sup>4</sup> Городская клиническая больница №5,  
Россия, 107014, Москва, ул. Стромынка, д. 7

### Selective Polygraphy and Resonant Stimulation of Digestive Tract in Early Postoperative Period in Peritonitis

I. G. Bobrinskaya<sup>1,2</sup>, V. V. Moroz<sup>1,2</sup>, V. N. Yakovenko<sup>3</sup>,  
O. N. Kudryakov<sup>4</sup>, E. A. Spiridonova<sup>1</sup>, V. Y. Soldatova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Anesthesiology and Intensive Care Medical Faculty,  
A. I. Evdokimov Moscow State University of medicine and dentistry, Ministry of Health of Russia  
20, Delegatskaya Str., Build 1, Moscow 127473, Russia

<sup>2</sup> V. A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology,  
25, Petrovka Str., Build. 2, Moscow 107031, Russia

<sup>3</sup> A. A. Vishnevsky Institute of Surgery  
27, Bolshaya Serpukhovskaya Str., 115093 Moscow, Russia

<sup>4</sup> State clinical hospital № 5,  
7, Strominka Str., 107014 Moscow, Russia

**Цель** — демонстрация эффективности метода селективной полиграфии и резонансной стимуляции желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) в комплексе интенсивной терапии в раннем послеоперационном периоде у больной с острой кишечной непроходимостью, осложненной перитонитом.

**Материалы и методы.** У больной Л. 52 лет, неоднократно оперированной по поводу острой тонкокишечной непроходимости, осложненной серозно-фибринозным перитонитом в раннем послеоперационном периоде (через 7 дней после первой операции) проводилась длительная диагностика и резонансная стимуляция ЖКТ с целью восстановления моторно-эвакуаторной функции. Использовали электрогастроэнтерограф (разрешение на клиническое использование Минздраврома, № 2268-19 от 1998 г.).

**Результаты.** Амплитуда колебаний, вызванных резонансными воздействиями на возбудимые структуры (ВС) ЖКТ, постепенно нарастала (от 8–22 мкВ до 20–44 мкВ), указывая на то, что количество пассивных элементов в гладкомышечных структурах желудка и кишечника увеличивается. В конце 3-х завершающих сеансов лечения амплитуда сигналов в среднем составила: 93 мкВ для ВС желудка; ~88 мкВ для ВС ДПК; ~90 мкВ для ВС тощей и подвздошной кишки; и 87 мкВ для ВС толстого кишечника (специфические реакции).

**Заключение.** Такие значения и активность после стимуляции уже соответствовали нормальной функции ВС ЖКТ.

**Ключевые слова:** резонансная стимуляция; амплитуда биоэлектрической активности возбудимых структур желудочно-кишечного тракта

Адрес для корреспонденции:

Ирина Бобринская  
E-mail: irinabobrinskaja@mail.ru

Correspondence to:

Mrs. Irina Bobrinskaya  
E-mail: irinabobrinskaja@mail.ru

The aim of the study was to demonstrate the effectiveness of the method of selective polygraphy and resonance stimulation of gastrointestinal tract (GIT) in the complex intensive therapy in early postoperative period in a patient with acute intestinal obstruction complicated by peritonitis.

**Materials and methods.** The patient L., female, 52 years old, had numerous operations, because of small intestine obstruction complicated by serous-fibrinous peritonitis in early postoperative period (7 days after the first surgery). Patient was performed with a long-lasting diagnosis procedure followed by the GIT resonant stimulation to restore the motor-evacuation function of GIT. An electrogastroenterography device was employed that was approved for clinical use by the Ministry of Healthcare Industry № 2268-19, 1998).

**Results.** The amplitude of the oscillations due to resonant effects on the excitable structures gradually increased from 8–22 mkV to 20–44 mkV that indicates the increase of the numbers of passive structures in smooth muscles of the stomach and the jejunum). At the end of three final sessions the amplitudes of the signals (specific reactions) demonstrated the following values: 93 mkV, 88 mkV, 90 mkV, 87 mkV (for the stomach, duodenum, jejunum and ileum, and large intestines, respectively).

**Conclusion.** These values and activity after the stimulation corresponded to the normal GIT motility.

**Keywords:** *resonance stimulation; amplitude bioelectrical activity of excitable structures; gastrointestinal tract*

DOI:10.15360/1813-9779-2016-2-90-99

## Введение

Оперативные вмешательства, особенно на органах брюшной полости, практически всегда осложняются дисфункцией желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Часто эта дисфункция приводит к развитию критических состояний, значительно снижая эффективность хирургических вмешательств и, нередко, увеличивая послеоперационную летальность.

Нарушения моторно-эвакуаторной функции желудочно-кишечного тракта являются, скорее, обязательным фактом неспецифического повреждения регуляции у больных в критическом состоянии. Регуляция моторной функции ЖКТ осуществляется за счет рефлекторного воздействия (медиаторы парасимпатической и симпатической нервной системы); гуморального воздействия (большое количество гормонов, вырабатываемых различными отделами ЖКТ) и местными механизмами (воздействие пищевого комка, слюны, соляной кислоты, продуктов расщепления белков, жиров и углеводов).

В мышечных структурах генерируются электрические волны, имеющие специфичность для каждого отдела ЖКТ [1, 2].

На основании различий волновых характеристик каждого участка ЖКТ (желудок, 12-перстная кишка (ДПК), тонкий и толстый кишечник), получаемых с помощью гастрографов, строится диагностика нарушений моторно-эвакуаторной функции ЖКТ. Существует несколько разновидностей гастрографов, позволяющих выявлять нарушения электрической активности возбудимых структур ЖКТ [3–5]

В последнее время в зарубежных статьях представлена магнитная пилюля, защищенная силиконовым покрытием, — MotilityTrackingSystem — 1 (MTS-1), которая, проходя по желудочно-кишечно-

## Introduction

Surgery, particularly on the organs of the abdominal cavity, is commonly complicated by dysfunction of the gastrointestinal tract (GIT). This dysfunction frequently causes critical conditions, which significantly reduce the effectiveness of surgery and often increase postoperative mortality.

The alterations of motor-evacuation function of the GIT are rather non-specific and bound to alterations of regulatory mechanisms in patients in critical conditions. The regulation of the GIT motor function occurs due to reflex effects (mediators of the parasympathetic and sympathetic nervous system); humoral effects (large number of hormones that are produced by various parts of GIT) and local mechanisms (the effect of the bolus, saliva, hydrochloric acid and products of protein, fat and carbohydrates destruction).

Electric waves specific for each part of the GIT are generated in muscular structures [1, 2].

The alterations of motor-evacuation function of the GIT were diagnosed based on the differences of wave characteristics in each part of the GIT (stomach, duodenum, small intestine and colon) as obtained by a gastrography. There were several varieties of gastrographs, which allowed to identify abnormalities in electrical activity of excitable GIT structures [3–5].

Recently, a magnetic pill protected with a silicon coating, the MotilityTrackingSystem-1 (MTS-1), has been suggested for clinical use. It passes through the GIT and assesses the motility of its various parts, when peristalsis remains [6, 7].

There are various devices, including electrogastroenterographs, for the non-invasive assessment of bioelectrical activity of excitable structures [8–10].

му тракту, оценивает моторику различных его отделов, когда перистальтика сохранена [6, 7].

Для неинвазивной диагностики биоэлектрической активности возбудимых структур (ВС) существуют различные приборы, в том числе — электрогастроэнтерографы [8–10].

### Материал и методы

Нами использовался метод селективной полиграфии (СП) для оценки электрической активности различных отделов ЖКТ, без которой невозможны перистальтические движения. Исследования проводили на лечебно-диагностическом комплексе, состоящим из селективного полиграфа «Электрогастроуденоэнтероколонограф» и резонансного стимулятора ЖКТ (разрешение на клиническое использование Минздравпрома, № 2268-19 от 1998г.) При регистрации биоэлектрических сигналов использовали ЭКГ-электроды, смазанные электродной пастой и накладывали их на нижнюю и верхнюю конечности. При стимуляции применяли петлевые электроды из посеребренной гибкой проволоки, обернутые несколькими слоями марли, смоченной физиологическим раствором.

При работе с селективным полиграфом, на дисплее ноутбука возникают одновременно 4 кривые, отражающие биоэлектрическую активность желудка, ДПК, общую активность тощей и подвздошной кишки, всех отделов толстого кишечника. СП представляет собой 4 резонансных фильтра ультразвуковых частот с большой добротностью:  $F = 0.05 \pm 0.006$  Гц,  $0.10 \pm 0.009$  Гц,  $0.15 \pm 0.01$  Гц,  $0.2 \pm 0.09$  Гц.

Начинали стимуляцию с тока в 60 мкА и по динамике регистрируемых сигналов определяли величину тока и длительность стимулирующих серий: при низких амплитудах регистрируемых сигналов (20–30 мкВ) увеличивали силу тока и длительность стимулирующих серий до получения амплитуд не менее 60–80 мкВ.

Длительность серий выбирали по остаточным реакциям на неспецифические воздействия. Если активность желудка при стимуляции остальных отделов ЖКТ не угасала до «0», это являлось показателем правильности выбранных параметров. В противном случае изменяли параметры стимуляции в сторону увеличения длительности и нарастания стимулирующего тока.

Параметры биоэлектрической активности, амплитуды отклонений и длительности периодов, можно использовать для описания физиологических показателей функционального состояния органов ЖКТ [11–13].

Отношение усредненных значений биоэлектрической активности в конце серии к исходной, дает возможность оценить эффективность каждой серии как лечебной процедуры.

Под наблюдением находилась больная Л. 52 лет, поступившая в ГКБ № 5 11.04 с диагнозом: Острая кишечная непроходимость (спаечная болезнь?), перитонит. Операция 11.04: Лапаротомия. Разделение спаек, назоинтестинальная интубация, устранение ущемления тонкой кишки. Санация, дренирование брюшной полости. Переведена в отделение хирургической реанимации. В связи с появлением признаков острой тонкокишечной непроходимости (ОТКН) 17.04 была проведена диагностическая релапаротомия. Интраоперационный

### Materials and Methods

We used the method of selective polygraphy (SP) in order to assess the electrical activity of the GIT, without which there are no peristaltic movements. The research was conducted with the aid of a medical diagnostic complex, consisting of selective polygraph «Electrogastroduodenoenterocolonograph» and resonance stimulator of the GIT (approval for clinical use by Ministry of Healthcare, # 2268-19 from 1998.)

In order to register the bioelectric signals, the ECG electrodes with the electrode paste were used. They were placed on the lower and upper limbs. In order to stimulate the GIT, silver-plated flexible wires wrapped in several layers of gauze moistened with saline were employed.

When working with selective polygraph, the display on a laptop shows simultaneously 4 curves that reflect the bioelectric activity of the stomach, duodenum, total activity of the jejunum and ileum and the parts of the colon. Selective polygraph is a resonant filter of ultra-low frequencies with great quality:  $F = 0.05 \pm 0.006$  Hz,  $0.10 \pm 0.009$  Hz,  $0.15 \pm 0.01$  Hz,  $0.2 \pm 0.09$  Hz.

The stimulation was started with the voltage of 60 мкА. The amperage and the duration of the stimulating series were determined by the dynamics of the registered signals. At low amplitudes of the recorded signals (20–30 мкВ) the amperage and duration of the stimulating series were increased in order to obtain the amplitudes of at least 60–80 мкВ.

The duration of the series was chosen by the residual reactions to nonspecific stimuli. If the activity of the stomach during stimulation of other GIT part doesn't decrease to «0», the chosen parameters appeared to be correct. Otherwise the stimulation parameters were increased (the amperage and the duration of the stimulation).

The physical parameters of bioelectric activity, the amplitude of the deviation and duration of periods can be used to describe physiological indicators of the functional state of the GIT organs [11–13].

The ratio of the mean value of bioelectric activity at the end of the session to the initial one enables to evaluate the effectiveness of each session as a treatment option.

Clinical case: A patient L. (52 years old) was admitted to State clinical hospital № 5 with the following diagnosis: acute intestinal obstruction, peritonitis. 11.04. Surgery: Laparotomy. Separation of adhesions, nazointestinal intubation, elimination of the small intestine strangulation. Sanation and drainage of abdominal cavity. The patient was transferred to the Department of General surgical intensive care. A diagnostic relaparotomy (17.04.) was performed due to signs of the acute intestinal failure (AIF).

Intraoperative diagnosis: Internal strangulated small intestine, AIF, diffuse serous-fibrinous peritonitis. Since the April, 18, the correction of motor-evacuation GIT function was begun, which was continuing until the June, 16. The patient was performed with 28 sessions of stimulation. During the first and the following procedures, the duration of the stimulation varied from 3 to 4.5 hours. The duration of the followed stimulation did not exceed 2 hours.

### Clinical Observation and Discussion

At the beginning of the study (~10 minutes) bioelectrical activity prior (baseline) the stimula-

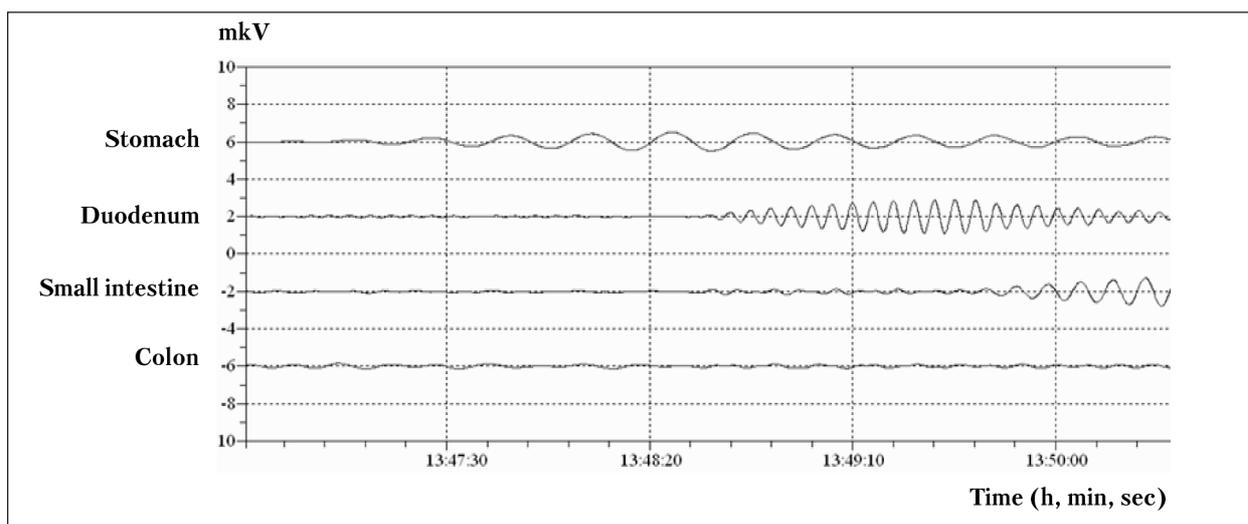


Рис. 1. Исходная активность и реакция на стимуляцию возбудимых структур ЖКТ (18.04.2014).

Fig. 1. The initial activity and the reaction on the stimulation of excitable structures of the GIT (04.18.2014).

Note. The initial activity [Time: 13.46.40–13.47.10]; Stomach [6; Time: 13.47.10–13.48.35]; Duodenum [2; Time: 13.48.35–13.49.40]; Small intestines [-2; Time: 13.49.40–13.50.40].

Примечание. Для рис. 1–8: Stomach — желудок; Duodenum — двенадцатиперстная кишка (ДПК); Small intestine — тонкий кишечник; Colon — толстый кишечник. Исходная активность — [время: 13.46.40–13.47.10]; желудок — [6; время: 13.47.10–13.48.35]; ДПК — [2; время: 13.48.35–13.49.40]; тонкий кишечник — [-2; время: 13.49.40–13.50.40]. Для рис. 1–6: Time (h, min, sec) — время (ч, мин, сек).

диагноз: Внутреннее ущемление тонкой кишки, ОТКН, разлитой серозно-фибринозный перитонит. С 18 апреля была начата коррекция моторно-эвакуаторной функции ЖКТ, которая продолжалась по 16 июня включительно, больная провели 28 сеансов. При проведении первых и следующих (всего 14) за ними процедур, длительность непрерывной стимуляции варьировала от 4,5 до 3 часов. В последних сеансах длительность сеанса стимуляции не превышала 2-х часов.

### Клиническое наблюдение и обсуждение

В начале исследования (~10 минут) для диагностики характера нарушений регистрировали биоэлектрическую активность до стимуляции (исходная) и после регистрации приступали к стимуляции (рис. 1).

Во время стимуляции СП одновременно регистрирует 4 реакции (одну специфическую и три неспецифических). Повышенный объем информации способствует быстрой их интерпретации и анализу, которые открывают путь к индивидуальной терапии, изменяя ток и длительность серий в процессе сеанса.

Исходно, биоэлектрическая активность основных отделов ЖКТ у больной, была очень низкой. При стимуляции (колебаниями тока в пределах 60 мкА) регистрировали только едва заметные реакции (~2 мкВ). Поэтому эффективные значения тока стимуляции увеличили до 170-ти мкА. Амплитуда реакций ВС, навязанной резонансными воздействиями возрастала (8–13 мкВ), но оставалась весьма низкой (рис. 2). Это означает, что до стиму-

tion was registered and then the stimulation was started (Fig. 1).

During the stimulation of the SP, 4 kinds of reactions (including one specific and three non-specific) were simultaneously registered. An increased amount of data caused its rapid interpretation and analysis, which provided a window for an individualized therapy by varying the amperage and the duration of the session.

Initially, the GIT motility of the patient was very low. When stimulated by the current amperage of 60 мкА, only a faint reaction (~2 мкВ) was detected. Therefore, the effective value of the amperage was increased up to 170 мкА. The amplitude of the GIT excitable structures reaction, imposed by the resonant effects, increased (8–13 мкВ), but remained very low (Fig. 2). This means that only some the elements of small areas of the body (about 13%) responded to the resonance effects prior to the stimulation, Most of the GIT elements remained passive. Tissue sensitivity of excitable structures to external stimuli was very low. It was urgent to activate the passive elements in GIT parts, with no overloading those parts which initially respond to the series of resonance effects. The condition of the GIT excitable structures should be monitored, and the structures of each GIT parts should be periodically stimulated.

The functional state of the intestine has rapidly changed under the stimulation. After three complete cycles of electrotherapy the excitable structures of the duodenum, the small intestine, and colon exhibited short periods of spontaneous activity (Fig. 3, 4). Each cycle consisted of 4 series of sinusoidal oscillations. The

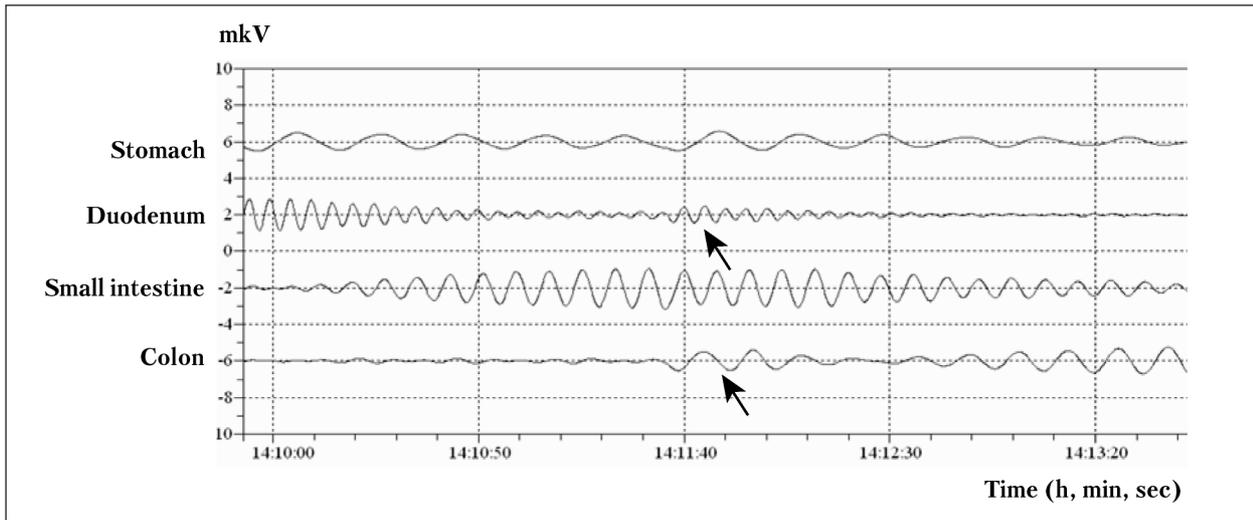


Рис 2. Активность возбудимых структур ЖКТ после 3-х циклов стимуляции (18.04.2014).

Fig 2. The motility of excitable structures of the GIT after 3 cycles of stimulation (04.18.2014).

**Note:** Specific reactions: of duodenum [2; Time: 14.09.55–14.10.10]; of the other parts of small [-2; Time: 14.10.10–14.12.12] and large [-6; Time: 14.12.12–14.13.20] intestines. Non-specific reactions (For Fig. 2, 3, 5 represented by the arrows): of duodenum [2; Time: 14.11.35–14.12.20] and colon [-6; Time: 14.11.30–14.12.15] in case of the jejunum, ileum (-2) resonance stimulation. There is practically no reaction of the duodenum and colon, which indicates the uneven functional state of excitable tissues in different main parts of GIT. The amperage of the stimulation ~170 mA.

**Примечание:** Специфические реакции: ДПК [2; время: 14.09.55–14.10.10]; остальных отделов тонкого [-2; время: 14.10.10–14.12.12] и толстого кишечника [-6; время: 14.12.12–14.13.20]. Неспецифические реакции (для рис. 2, 3, 5 указаны стрелками): ДПК [2; время: 14.11.35–14.12.20] и толстого кишечника [-6; время: 14.11.30–14.12.15] при резонансной стимуляции подвздошной и тощей кишки (-2). Практическое отсутствие неспецифических реакций при стимуляции ДПК и толстого кишечника свидетельствует о неравномерности состояния ВС разных отделов ЖКТ. Ток стимуляции ~170 мкА.

ляции, лишь элементы малых зон органа реагировали на резонансные воздействия (около 13%). Большинство элементов ГМ оставались пассивными. Чувствительность ВС к внешним воздействиям была крайне низкой. Пассивные элементы всех отделов ЖКТ необходимо было срочно активизировать, не перегружая элементы тех зон ВС ЖКТ, которые исходно отвечали на серии резонансных воздействий. Для этого состояние ВС основных отделов ЖКТ следует контролировать, а структуры каждого отдела стимулировать периодически.

Под влиянием стимуляции функциональное состояние органов ЖКТ быстро менялось. Уже после трех полных циклов электротерапии, при стимуляции ДПК в ВС структурах тонкой кишки, и толстого кишечника возникали короткие периоды спонтанной активности (рис. 3, 4). Каждый цикл состоял из 4-х серий синусоидальных колебаний тока. Длительность каждой серии зависела от количества периодов в ней и частоты колебаний. За цикл резонансным воздействиям подвергаются ВС: желудка, ДПК, подвздошной и тощей кишок и всех отделов толстого кишечника. В процессе сеансов амплитуды колебаний, навязанных низкоамплитудной стимуляцией, постепенно нарастали. Для ГМ желудка они выросли в среднем на 80% (относительно активности в начале процедуры). В последующих сеансах рост активности снижался. Подобная тенденция имела место и для остальных отделов ЖКТ. В конце первого се-

duration of each series depended on the number of periods and oscillation frequency. For a series of resonance effects the following parts of GIT were exposed such as stomach, duodenum, ileum and jejunum and all the parts of a large intestine. During the sessions the amplitude of the oscillations imposed by low-amplitude stimulation gradually increased. For the stomach it increased by 80% (compared to the activity at the beginning of procedures). In subsequent sessions the increase in activity slopped down. A similar situation was observed in the rest parts of the GIT. At the end of the first session (the duration was 4 hours 37 minutes) no stable motilities of the GIT were observed (see Fig. 3).

Later, 14 sessions of the resonant GIT stimulation were held irregularly (18 Apr., 19 Apr., 24 Apr., 26 Apr., 27 Apr., 29 Apr., 2 May, 7 May, 8 May, 12 May, 15 May, 17 May, 19 May, 21 May).

By 23.05.14 the patient's condition was assessed as extremely severe: multiple organ failure developed on the background of the adhering abdominal sepsis. This included respiratory failure (polysegmental bilateral pneumonia, right-sided exudative pleuritis), malnutrition (erosive-hemorrhagic gastritis, duodenal bulb ulcer, pseudomembranous colitis), endogenous intoxication, persisting haemic and respiratory hypoxia, severe anemia of mixed genesis, hypoalbuminemia, and polyneuropathy.

However, the symptoms of GIT function alterations became less severe: the abdomen was soft to palpation, no peritoneal symptoms were observed,

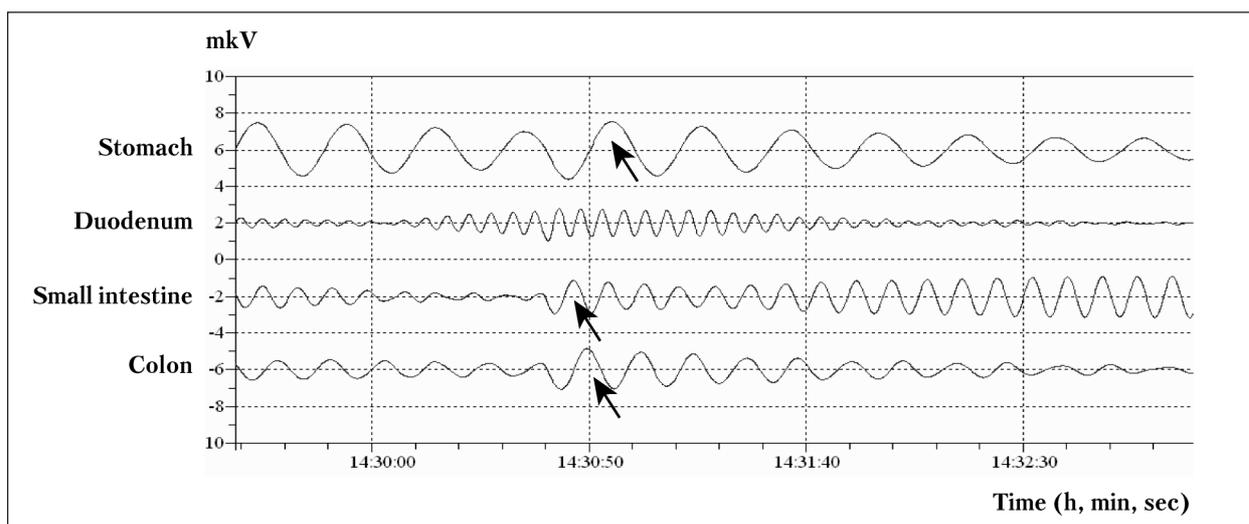


Рис. 3. Активность возбудимых структур ЖКТ после 5-ти циклов стимуляции (18.04.2014).

Fig. 3. The motility of excitable structures of the GIT after 5 cycles of stimulation (04.18.2014).

Note: Specific reactions of excitable tissues: of stomach [6; Time: 14.29.58–14.30.07]; of duodenum [2; Time: 14.30.07–14.31.09]; of the other parts [-2; Time: 14.31.09–14.32.48] of small intestines.

Non-specific reactions of excitable tissues: stomach (6); jejunum, ileum (-2) and colon (-6), which occurred within a short period of time 14.30.36–14.30.40, as the reaction to spontaneous activity of nerve plexus in case of duodenum stimulation (2). The reactions have various amplitudes, which indicates the uneven functional state of excitable tissues of the GIT. The amperage of the stimulation ~170 mkA.

Примечание: Специфические реакции ВС: желудка [6; время: 14.29.58–14.30.07]; ДПК [2; время: 14.30.07–14.31.09]; остальных отделов тонкого кишечника [-2; время: 14.31.09–14.32.48]. Неспецифические реакции ВС: желудка (6); тощей, подвздошной кишки (-2) и толстого кишечника (-6), возникшие в коротком интервале времени 14.30.36–14.30.40, в ответ на случайную активность нервных сплетений при стимуляции ДПК (2). Реакции с разной амплитудой колебаний свидетельствуют о неравномерности функционального состояния ВС ЖКТ. Ток стимуляции ~170 мкА.

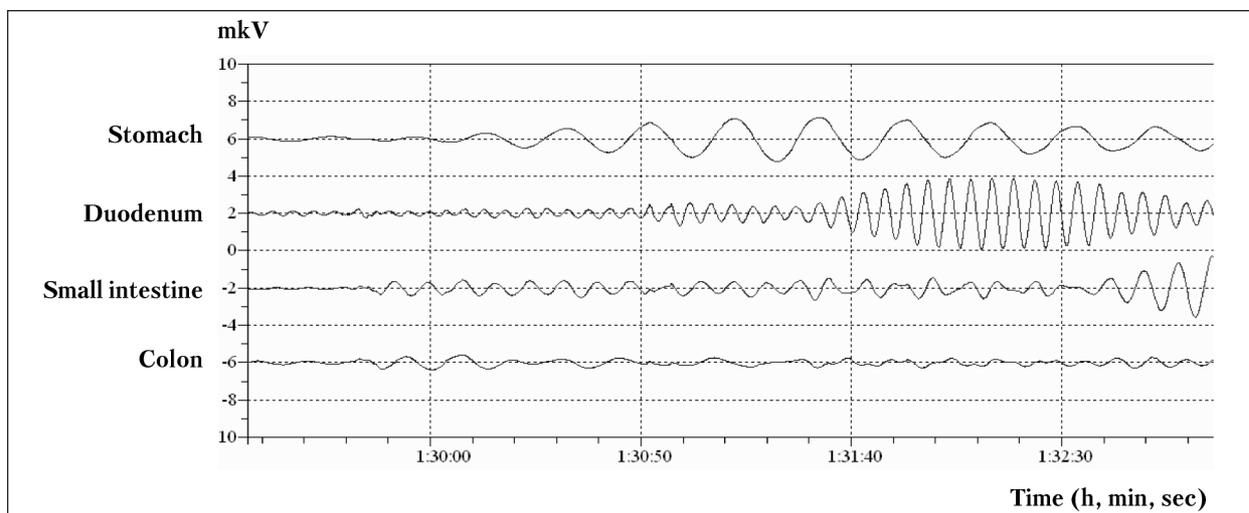


Рис. 4. Активность возбудимых структур ЖКТ в конце первого сеанса стимуляции (07.05.2014).

Fig. 4. The activity of excitable structures of the GIT at the end of the first session of the stimulation (05.07.2014).

Note. The activity of the stomach (6), duodenum (2), jejunum, ileum (-2) and colon (-6) after the test for switching the stimulation off [Time: 1.29.15–1.29.45] and on again. The pause lasted 11 min.

Примечание: Активность желудка (6), ДПК (2), тощей и подвздошной кишки (-2) и толстого кишечника (-6) после теста на выключение стимуляции [время: 1.29.15–1.29.45] и на ее повторное включение. Длительность паузы – 11 минут.

анса (длительность его составила 4 час 37 минут) стабильную работу ГМ основных отделов ЖКТ нам наблюдать не удалось (рис. 3). Первые 14 сеансов электротерапии (с 18.04 по 21.05) электротерапия проводилась нерегулярно (18, 19, 24, 26, 27, 29 апреля; 2, 7, 8, 12, 15, 17, 19, 21 мая).

peristaltic noises were extremely weak (are heard not in all areas of the abdominal cavity). Enteral nutrition was acquired, without nausea and vomiting, the defecations were rare. The results of diagnostic research of bioelectric activity of a GIT excitable structure showed the lowest values of bioelectric

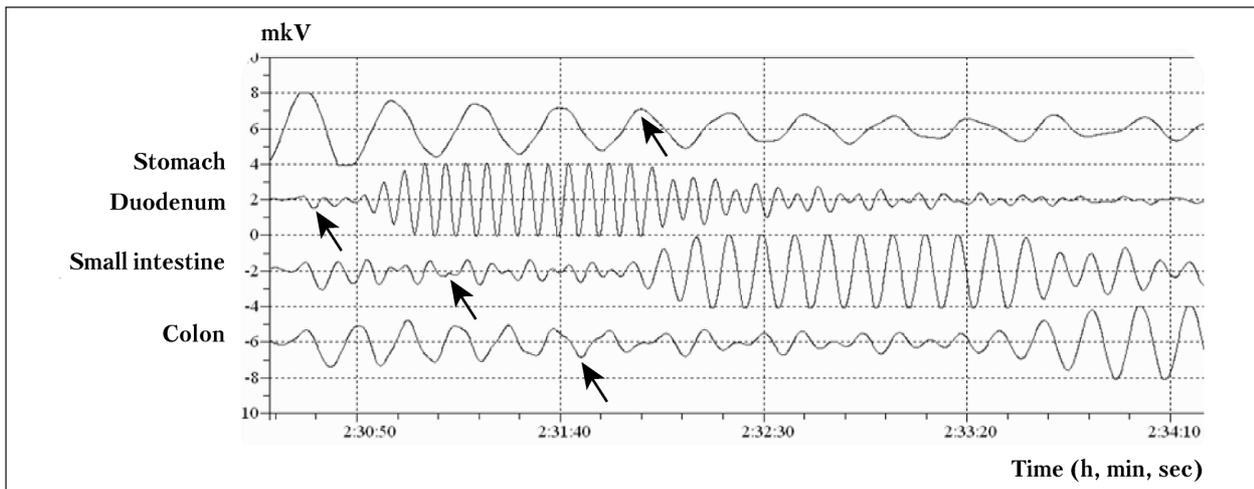


Рис. 5. Специфические и неспецифические реакции после последовательной стимуляции возбудимых структур ЖКТ в течение 83 минут (01.06.2014).

Fig. 5. Specific and non-specific reactions after serial stimulation of excitable structures of the GIT within 83 minutes (06.01.2014). Note. Non-specific reactions of the stomach (6), duodenum (2), the other parts of small intestines (-2) and colon (-6). The amperage of the stimulation -74  $\mu$ A.

Примечание: Неспецифические реакции желудка (6), ДПК (2), остальных отделов тонкого кишечника (-2) и толстого кишечника (-6). Ток стимуляции -74  $\mu$ A.

К 23.05.14 состояние больной оценивали как крайне тяжелое: на фоне присоединившегося абдоминального сепсиса развилась полиорганная недостаточность: дыхательная (двусторонняя полисегментарная пневмония, правосторонний экссудативный плеврит), нутритивная недостаточность (эрозивно-геморрагический гастрит, язва луковицы ДПК, псевдомембранозный колит), эндогенная интоксикация, сохранялась гипоксия респираторного и гемического характера (анемия тяжелой степени смешанного генеза), гипоальбуминемия и полинейропатия.

Однако выраженность нарушений функции ЖКТ стала менее яркой: при пальпации — живот мягкий, перитониальных симптомов нет, перистальтические шумы крайне слабые (выслушиваются не во всех зонах брюшной полости). Энтеральное питание усваивала, без приступов тошноты, «сброса» по зонду и рвоты, стул редкий. Результаты диагностических исследований биоэлектрической активности ВС желудочно-кишечного тракта свидетельствовали о сохранении низких значений биоэлектрической активности до стимуляции, несмотря на положительную динамику в каждом сеансе низкоамплитудной электротерапии.

Анализ данных, полученных у больной до 21 мая (включительно), показал, что наиболее вероятной причиной медленного восстановления функции ГМ кишечника являются длительные паузы между сеансами, а также короткие серии стимуляции после прекращения роста вызванных сигналов. Поэтому с 23 мая было решено сеансы проводить ежедневно и увеличить

activity stimulation, despite the positive trend in each session of low-amplitude electrotherapy.

Analysis of the data obtained from the patient before the May, 21, showed that the most likely cause of the slow recovery of GIT function was the long breaks between sessions and short series of stimulation after the cessation of induced signals increase. Therefore, it was decided to perform the stimulation daily and increase its duration after the amplitude of induced oscillations reached the plateau.

The amplitude of oscillations due to resonant effects gradually grew from 8–22 mkV to 20–44 mkV in different parts of GIT, indicating the increased number of passive structures. In the first session the increase of recorded signals was slow. In the following sessions the duration of the transition process was rapidly decreasing (Fig. 5).

In the end of final three sessions of stimulation, the amplitude of the signals was as follows: 93 mkV for the stomach; 88 mkV for the duodenum; 90 mkV for the ileum and 87 mkV for the colon (specific reactions).

Such values and activity after stimulation (Fig. 6) were consistent with the normal GIT function [7]. The patient was transferred to therapy unit and soon was discharged from the clinic.

Fig. 7 demonstrates that the initial activity remains low for a long period of time, but at the end, however, it is increasing significantly along the all major parts of the GIT. The imposed stimulation activity was significantly higher than the spontaneous one that indicated that the procedure possessed a stimulating effect on smooth muscle structures.

The duration of sessions in the first and two following groups varied from 4 to 6 hours, the stimulat-

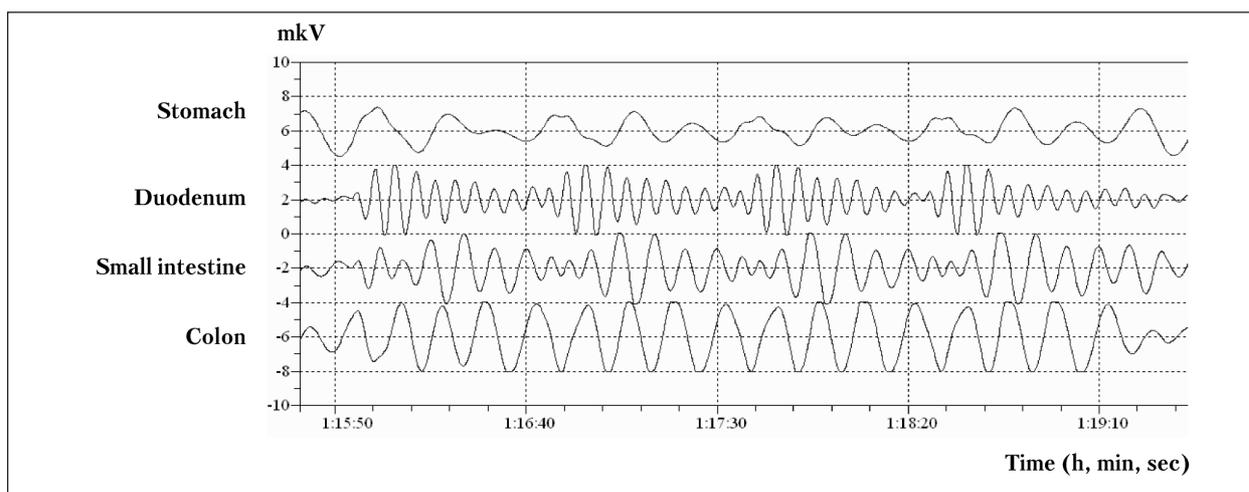


Рис. 6. Спонтанная активность возбудимых структур ЖКТ через 12 минут после 90-минутного сеанса (06.06.2014).

Fig. 6. Spontaneous activity of excitable structures of the GIT 12 minutes after 90 min session (06.06.2014).

Note. Spontaneous activity of the stomach (6), duodenum (2), the other parts of small intestine (-2) and colon (-6). The rhythm of duodenum, jejunum, ileum contractions is faster than the rhythm of stomach and large intestine contractions. The amperage of the stimulation ~70 mA.

Примечание. Спонтанная активность желудка (6), ДПК (2), остальных отделов тонкого кишечника (-2) и толстого кишечника (-6). У ДПК, тонкой, подвздошной кишки, ритм сокращений быстрее ритма желудка и толстого кишечника. Ток стимуляции ~70 мкА.

длительность стимуляции после выхода амплитуды вызванных колебаний на плато.

Амплитуда колебаний, вызванная резонансными воздействиями, постепенно нарастала (от 8–22 мкВ до 20–44 мкВ, на разных каналах СП ЖКТ), указывая на то, что количество пассивных элементов в ГМ-ных структурах увеличивается. В первом сеансе нарастание регистрируемых сигналов происходило медленно. В следующих сеансах, длительность переходного процесса быстро сокращалась (рис. 5).

В конце трех завершающих сеансов лечения, амплитуда сигналов в среднем составила: 93 мкВ — для ВС желудка; 88 мкВ для ВС ДПК; 90 мкВ — для ВС тощей и подвздошной кишки; и 87 мкВ — для ВС толстого кишечника (специфические реакции). Такие значения и активность после стимуляции (рис. 6) уже соответствовали нормальной функции ВС ЖКТ [7]. Больную перевели в терапевтическое отделение и вскоре выписали из клиники.

На рисунке 7 видно, что исходная активность в течение длительного времени оставалась низкой, но в конце курса она заметно возросла во всех основных отделах ЖКТ. Навязанная стимуляцией активность была заметно выше спонтанной, указывая на то, что процедура оказывает возбуждающее действие на гладкомышечные структуры органов.

Длительность сеансов в 1-й и в 2-х последующих группах варьировала в пределах (6–4) часов, стимулирующий ток находился в пределах (250–300) мкА. На завершающей стадии лечения (в последней группе) ток был в 2–3 раза меньше и не превышал 120 мкА, а длительность сеанса не превышала 3-х часов. В каждом сеансе стимуля-

ing amperage was in the range of 250–300 mA. At the final stage of treatment (in the last group) the amperage was 2–3 times lower and did not exceed 120 mA, and the duration of the treatment did not exceed 3 hours. In each stimulation session the effective value of the amperage was maintained at the same level.

The changes of electrical activity under the influence of resonance stimulation correlated with the clinical picture of the GIT functional state. Low-amplitude oscillations (0–7 mV) characterized the absence of peristaltic activity. The increase in the amplitude oscillations after the resonant stimulation was accompanied by the appearance of peristalsis. However, various factors including endogenous intoxication, hypoxic metabolism damage that included the GIT cells, the use of opioid analgesics and local anesthetics for epidural analgesia [15] reversed the bioelectrical activity to non-effective level prior to the beginning of the next stimulation (3–12 mV).

With the increase of the sessions number, the bioelectric activity of excitable structures was increasing within the last 7 days and its initial activity (before the stimulation) remained within the range of 8–15 mV corresponded to low peristaltic activity. The susceptibility of the excitable structures of the GIT smooth muscles to the resonant stimulation increased significantly, and the response amplitude reached the value corresponding to the highest form of peristaltic activity. Figure 6 shows the ongoing recovery of constant peristaltic activities of all studied parts of GIT.

The analysis of the obtained results showed that systematic stimulation is much more effective compared to non-daily stimulation since it increases the amplitude of bioelectric oscillations, on average, by 34.8%.

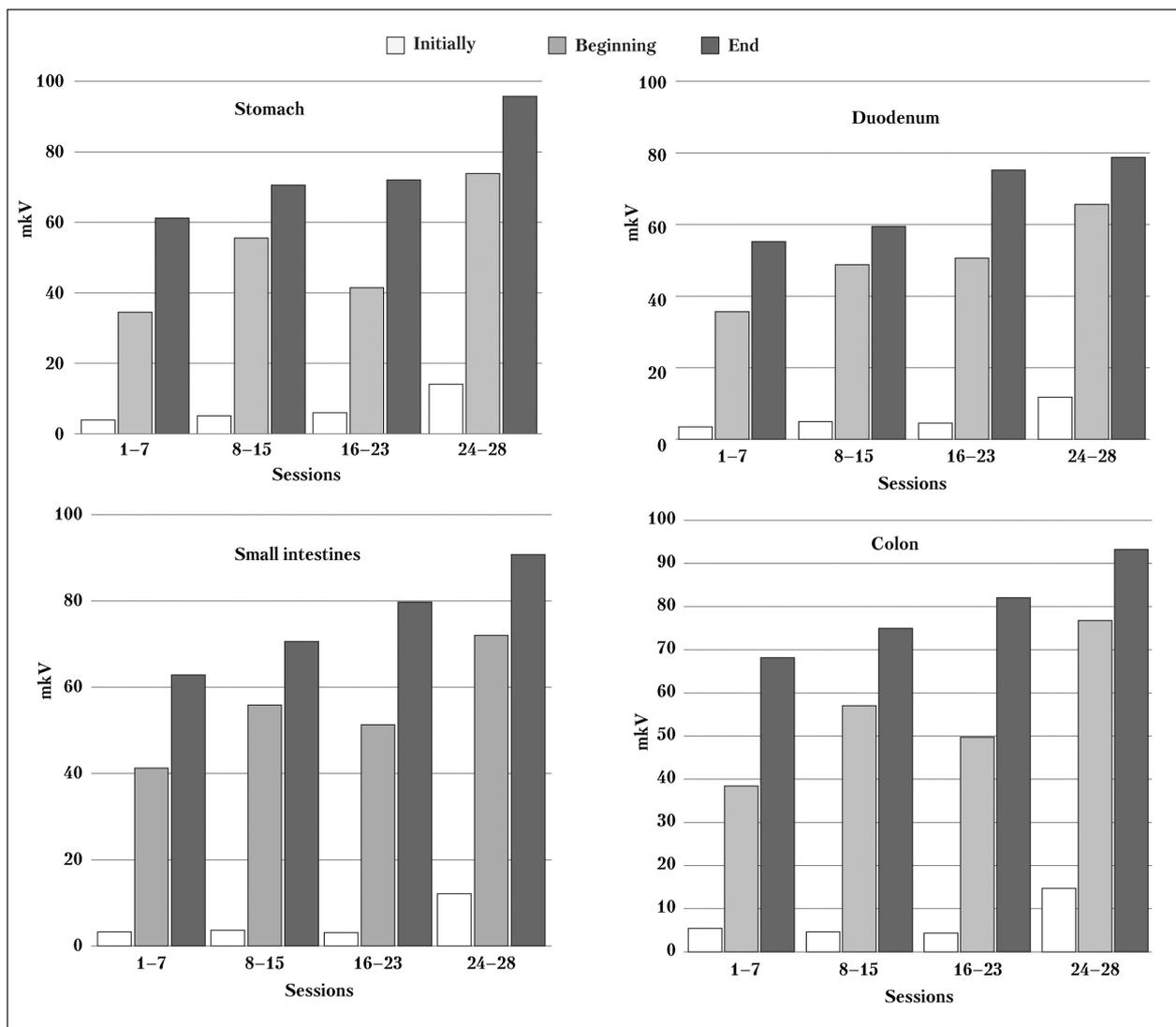


Рис. 7. Динамика амплитуд биоэлектрической активности возбудимых структур ЖКТ в течение всех сеансов стимуляции.  
Fig. 7. The dynamics of the bioelectric activity of excitable structures of the GIT during session of stimulation.

Note: Initially – prior to stimulation; Beginning – at the beginning of stimulation; End – at the end of stimulation.

Примечание: Initially – исходно; Beginning – в начале стимуляции; End – в конце стимуляции.

ции эффективные значения тока поддерживали на одном и том же уровне.

Изменения электрической активности под воздействием резонансной стимуляции имели параллели с клинической картиной функционального состояния ЖКТ. Низкоамплитудные колебания (0–7 мкВ) характеризовали отсутствие перистальтической деятельности. Увеличение амплитуды колебаний к концу сеанса резонансной стимуляции сопровождалось появлением перистальтических шумов. Однако такие факторы как эндогенная интоксикация, гипоксические повреждения метаболизма, в том числе и клеток ЖКТ, использование опиоидных анальгетиков, местных анестетиков для перидуральной анальгезии [15], приводили к тому, что к началу следующего сеанса стимуляции биоэлектрическая активность возвращалась к неэффективному уровню (3–12 мкВ).

## Conclusion

The presented clinical case clearly demonstrates that the diagnostics of the GIT condition in abdominal surgery patients is a necessary manipulation because it allows to assess the state of bioelectric activity of excitable structures of smooth GIT muscles within the different parts and to determine their capability to restore neuromuscular conductivity within the smooth muscles of the stomach and intestines. The diagnostic method is a «bedside» one.

По мере увеличения количества сеансов биоэлектрическая активность возбудимых структур нарастала и в последние 7 дней исходная активность (до начала стимуляции) была уже в пределах 8–15 мкВ, что соответствовало вялой

перистальтической активности. Восприимчивость ВС гладкой мускулатуры ЖКТ к резонансной стимуляции значительно увеличилась, и ответная амплитуда достигала величины, соответствующей высшей форме перистальтической активности. Данные, представленные на рис. 6, свидетельствуют о восстановлении постоянной перистальтической активности всех исследуемых отделов ЖКТ.

Анализ полученных результатов показал, что систематизированная стимуляция значительно более эффективна по сравнению с не ежедневной стимуляцией, поскольку позволяет увеличить амплитуду биоэлектрических колебаний, в среднем, на 34,8%.

#### Литература

1. Комаров Ф.И., Гребенев А.П. (ред.). Руководство по гастроэнтерологии. М.: Медицина; 1996: 720.
2. Ивашкин В.Т., Трухманов А.С., Маев И.В. Физиологические основы моторно-эвакуаторной функции пищеварительного тракта. *Рос. журн. гастроэнтерол., гепатол., колопроктол.* 2007; 17 (5): 1–11.
3. Малков И.С., Бирялцев В.Н., Филиппов В.А., Бердников А.В. Оценка электромиографической активности желудочно-кишечного тракта у больных острым разлитым перитонитом. *Анналы хир.* 2004; 6: 66–69.
4. Ступин В.А., Смирнова Г.О., Баглаенко М.В., Силуянов С.В., Закиров Д.Б. Периферическая электрогастроэнтерография в клинической практике. *Лечащий врач.* 2005; 2: 60–62.
5. Mythen M.G. Postoperative gastrointestinal tract dysfunction. *Anesth. Analg.* 2005; 100 (1): 196–204. <http://dx.doi.org/10.1213/01.ANE.0000139376.45591.17>. PMID: 15616078
6. Worsøe J., Fynne L., Gregersen T., Schlageter V., Christensen L.A., Dahlerup I.F., Rijkhoff N.I., Laurberg S., Krogh K. Gastric transit and small intestinal transit time and motility assessed by a magnet tracking system. *BMC Gastroenterol.* 2011; 11: 145. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-230X-11-145>. PMID: 22206545
7. Fassov J., Lundby L., Worsøe J., Buntzen S., Laurberg S., Krogh K. A randomized controlled study of small intestinal motility in patients treated with sacral nerve stimulation for irritable bowel syndrome. *BMC Gastroenterol.* 2014; 14: 111. PMID: 24965754
8. Жерлов Г.К., Козлов С.В., Карась Р.С. Оценка эффективности автономной электростимуляции в лечении гастроэзофагальной рефлюксной болезни. *Мед. наука и образование Урала.* 2008; 9 (3): 62–64.
9. Жуковский В.Д. Медицинские электронные системы. М.: Медицина; 1976: 35.
10. Ступин В.А., Баглаенко М.В., Силуянов С.В., Закиров Д.Б., Смирнова Г.О. Периферическая электрогастроэнтерография в диагностике гастростазы после оперативного лечения язвенной болезни. *Рос. мед. журнал.* 2005; 3: 23–27.
11. Ногтев П.В., Чилингариди К., Яковенко В.Н. Новый метод в комплексном лечении спаечной кишечной непроходимости. *Врач.* 2010; 3: 73–76.
12. Смирнова В.И., Ковалева И.Г., Яковенко В.Н. Парез желудочно-кишечного тракта в хирургии и методы его лечения. *Анестезиология и реаниматология.* 1995; 6: 71–73. PMID: 8713427
13. Бобринская И.Г., Ливанов А.С., Яковенко В.Н., Гутова Е.В., Максимцева Е.А. Роль селективных электрофизиологических методов диагностики и лечения нарушений моторной функции ЖКТ у больных с экзогенными отравлениями психотропными препаратами. *Вестн. интенс. терапии.* 2013; 4: 24–30.
14. Яковенко В.Н., Шульгина Н.М. Механизмы генерации медленных составляющих биоэлектрической активности в диагностике и коррекции функционального состояния органов ЖКТ. *Международ. мед. журнал.* 2000; 9 (3): 228–233.

Поступила 21.10.15

#### Заключение

Приведенное клиническое наблюдение отчетливо демонстрирует, что электрогастроэнтерографическая диагностика состояния ЖКТ у хирургических больных при оперативных вмешательствах на органах брюшной полости является необходимой методикой, поскольку позволяет оценить состояние биоэлектрической активности возбудимых структур гладкой мускулатуры различных отделов ЖКТ и определить их способность к восстановлению нервно-мышечной проводимости в гладкой мускулатуре желудка и кишечника. Данный диагностический метод является «прикроватным».

#### References

1. Komarov F.I., Grebenev A.P. (red.). *Rukovodstvo po gastroenterologii.* [Manual of gastroenterology]. Moscow: Meditsina Publishers; 1996: 720. [In Russ.]
2. Ivashkin V.T., Trukhmanov A.S., Maev I.V. *Fiziologicheskie osnovy motorno-evakuatornoi funktsii pishchevaritelnogo trakta.* [Physiological bases for motor and evacuatory function of the gut]. *Rossiiskiy Zhurnal Gastroenterologii, Gepatologii, Koloproktologii.* 2007; 17 (5): 1–11. [In Russ.]
3. Malkov I.S., Biryaltsev V.N., Filippov V.A., Berdnikov A.V. *Otsenka elektromiograficheskoi aktivnosti zheludochno-kishechnogo trakta u bolnykh ostrym razlitym peritonitom.* [Evaluation of the electromyographic activity of the gastrointestinal tract in patients with acute generalized peritonitis]. *Annaly Khirurgii.* 2004; 6: 66–69. [In Russ.]
4. Stupin V.A., Smirnova G.O., Baglaenko M.V., Siluyanov S.V., Zakirov D.B. *Perifericheskaya elektrogastroenterografiya v klinicheskoi praktike.* [Peripheral electrogastroenterography in clinical practice]. *Lechashchy Vrach.* 2005; 2: 60–62. [In Russ.]
5. Mythen M.G. *Postoperative gastrointestinal tract dysfunction.* *Anesth. Analg.* 2005; 100 (1): 196–204. <http://dx.doi.org/10.1213/01.ANE.0000139376.45591.17>. PMID: 15616078
6. Worsøe J., Fynne L., Gregersen T., Schlageter V., Christensen L.A., Dahlerup I.F., Rijkhoff N.I., Laurberg S., Krogh K. *Gastric transit and small intestinal transit time and motility assessed by a magnet tracking system.* *BMC Gastroenterol.* 2011; 11: 145. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-230X-11-145>. PMID: 22206545
7. Fassov J., Lundby L., Worsøe J., Buntzen S., Laurberg S., Krogh K. *A randomized controlled study of small intestinal motility in patients treated with sacral nerve stimulation for irritable bowel syndrome.* *BMC Gastroenterol.* 2014; 14: 111. PMID: 24965754
8. Zherlov G.K., Kozlov S.V., Karas R.S. *Otsenka effektivnosti avtonomnoi elektrostimulyatsii v lechenii gastroezofagelnoi refluksnoi bolezni.* [Estimation of efficacy of autonomous electrostimulation in treatment of gastroesophageal reflux disease]. *Meditsinskaya Nauka i Obrazovanie Urala.* 2008; 9 (3): 62–64. [In Russ.]
9. Zhukovsky V.D. *Meditsinskie elektronnye sistemy.* [Medical electronic systems]. Moscow: Meditsina Publishers; 1976: 35. [In Russ.]
10. Stupin V.A., Baglaenko M.V., Siluyanov S.V., Zakirov D.B., Smirnova G.O. *Perifericheskaya elektrogastroenterografiya v diagnostike gastrostaza posle operativnogo lecheniya yavzennoi bolezni.* [Peripheral electrogastroenterography in the diagnosis of gastrostasis after surgical treatment of peptic ulcer]. *Rossiiskiy Meditsinskiy Zhurnal.* 2005; 3: 23–27. [In Russ.]
11. Nogtev P.V., Chilingaridi K., Yakovenko V.N. *Novyi metod v kompleksnom lechenii spaечноi kishechnoi neprokhodimosti.* [A new method in the complex treatment of adhesive ileus]. *Vrach.* 2010; 3: 73–76. [In Russ.]
12. Smirnova V.I., Kovaleva I.G., Yakovenko V.N. *Parez zheludochno-kishechnogo trakta v khirurgii i metody ego lecheniya.* [Gastrointestinal tract paralysis in surgery and methods for its treatment]. *Anesteziologya i Reanimatologiya.* 1995; 6: 71–73. PMID: 8713427. [In Russ.]
13. Bobrinskaya I.G., Livanov A.S., Yakovenko V.N., Gutova E.V., Maksimtseva E.A. *Rol selektivnykh elektrofiziologicheskikh metodov diagnostiki i lecheniya narushenii motornoj funktsii ZhKT u bolnykh s ekzogenymi otravleniyami psikhotropnymi preparatami.* [Role of selective electrophysiological methods of diagnosis and treatment of gastrointestinal function disturbances in patients with exogenous psychotropic drugs poisoning]. *Vestnik Intensivnoi Terapii.* 2013; 4: 24–30. [In Russ.]
14. Yakovenko V.N., Shulgina N.M. *Mekhanizmy generatsii medlennykh sostavlyayushchikh bioelektricheskoi aktivnosti v diagnostike i korrektsii funktsionalnogo sostoyaniya organov ZhKT.* [Mechanisms of generation of slow elements of bioelectrical activity in diagnosis and treatment of functional state of gastrointestinal organs]. *Mezhdunarodnyi Meditsinskiy Zhurnal.* 2000; 9 (3): 228–233. [In Russ.]

Submitted 21.10.15