

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОГАСТРОЭНТЕРОГРАФИИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ КООРДИНАЦИИ СОКРАЩЕНИЙ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА У БОЛЬНЫХ ХИРУРГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

В. Н. ЯКОВЕНКО², В. С. ФОМИН¹, И. Г. БОБРИНСКАЯ¹

¹ФГБОУ ВО Московский государственный медико-стоматологический университет
им. А.И. Евдокимова, Москва

²ФГБУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России, Москва

Сведения об авторах:

Яковенко Валентин Николаевич – к.б.н., старший научный сотрудник ФГБУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России
Фомин Владимир Сергеевич – к.м.н., доцент кафедры хирургических болезней и клинической ангиологии стоматологического факультета ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова

Бобринская Ирина Георгиевна – д.м.н., профессор кафедры анестезиологии-реаниматологии лечебного факультета ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова

Современная диагностика патологии желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) включает как использование проникающего излучения, так и инвазивное проникновение (эндоскопические техники), сочетающиеся с исследованием изменений органов пищеварительного тракта. К сожалению, органная функция состояния пищеварительного тракта, включая биоэлектрические и биохимические процессы этой сложнейшей системы, что особенно актуально в хирургической практике, неотложных состояниях, остается «terra incognita» для исследователей. В статье приводятся сведения о физиологических механизмах регуляции моторики желудочно-кишечного тракта, анатомо-физиологические данные о возбудимости желудка, двенадцатиперстной, тонкой и толстой кишки. Рассматривается роль различных физиотерапевтических процедур регуляции возбудимости тканей, а также электрофизиологических методик обеспечения и контроля за реализацией наведенной перистальтической активности. Проводится анализ публикаций в отечественной печати с комментариями полученных явлений, а также целесообразности тех или иных новаций в области перистальтической активности пищеварительного тракта.

Ключевые слова: перистальтическая активность, резонансная стимуляция, острый живот.

Современная диагностика патологии желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) включает как использование проникающего излучения, так и инвазивное проникновение (эндоскопические техники), сочетающиеся с исследованием изменений органов пищеварительного тракта.

К сожалению, органная функция состояния пищеварительного тракта, включая биоэлектрические и биохимические процессы этой сложнейшей системы, что особенно актуально в хирургической практике, неотложных состояниях [1], остается «terra incognita» для исследователей.

Крайне злободневным вопросом, особенно в абдоминальной хирургии, видится нам патогенез острой кишечной непроходимости (ОКН), исходом которой является интоксикационный синдром, синдром энтеральной недостаточности и, в последующем, полиорганная дисфункция [1–5]. Это диктует поиск методов, в основе которых лежит физиологическая деятельность исследуемых органов и систем организма, в том числе их биоэлектрическая и биохимическая активность [6]. Особо следует указать на возможность клиницистам, посредством электрофизиологических методик, не только проводить контроль и наблюдение, но и своевременную коррекцию на ранних этапах патофизиологических механизмов развития звеньев синдрома ОКН.

Достоинства неинвазивных электрофизиологических методов функциональной диагностики очевидны, но из-за трудностей при интерпретации получаемых данных в повседневной клинической практики они мало реализуемы. Исключением является только электрокардиография и подобную методику применения непрерывно расширяют и модифицируют (физическими нагрузками или лекарственными средствами). В полной мере преимущества неинвазивных электрофизиологических методов, проявляются только при дополнении их каким-нибудь дозированным воздействием. В частности, при изучении ЖКТ применяются стандартный завтрак [3, 7, 8] с короткими сериями электростимуляции, вибрации или переменного магнитного поля [1, 9–15]. Объединение диагностики и физиологически обоснованных воздействий, позволяет оценивать функциональное состояние изучаемых систем по реакциям на дозированные «тесты» (стимулы, раздражители). Это восстанавливает связь между причиной и следствием, конкретизирует данные, существенно улучшая не только диагностику, но и терапию того или иного заболевания с подбором индивидуально-ориентированного лечения, соответствующего текущему состоянию больного.

Многочисленными исследованиями в нашей стране и за рубежом (при регистрации давления и электрических сигналов

синхронно с зондированием желудка у больных и добровольцев), было установлено, что любые механические воздействия (естественные колебания давления в желудке или деформации брюшной стенки пациента, вызванные внешними усилиями), всегда приводят к появлению переменных электрических сигналов [10, 11, 12, 13, 14]. Их главные параметры (амплитуда, длительности импульсов и пауз) напрямую связаны с динамикой усилий. Подтверждением этому является появление медленных биоэлектрических колебаний, вызванных дыханием (как доказательство этому регистрацию кардиограмм проводят при задержке дыхания). Однако в органах и тканях часто возникают переменные электрические сигналы спонтанно, без заметных признаков механической активности. Это означает, что физических причин и механизмов, активизация которых приводит к образованию биоэлектрических сигналов, например, в желудке (а также и в других органах и системах организма), как минимум две, и одна из них непосредственно связана с механическими воздействиями [9].

Анализируя данные о причинах образования свободных электрических зарядов, о физических механизмах, вызывающих формирование источников электрической активности в биологических системах, а также учитывая свойства клеток и препаратов, полученных после резекции органов, можно сделать следующие заключения:

1. Элементарными источниками электрической активности в организме человека являются двойные электрические слои (ДЭС). Напомним, что каждый слой состоит из конденсированных на поверхности твердого тела (адсорбента) молекул газа (геля, ионов, или растворенного в жидкости вещества). Он возникает благодаря разности между молекулярно-силовыми полями внутри объема адсорбента и на его поверхности. Поверхностный слой, независимо от состояния фаз, в масштабе молекулярных размеров, неоднороден и анизотропен. Вещество на поверхности отличается от его объемной фазы физическими свойствами, связями между молекулами, а в многокомпонентных системах и химическим составом. В поверхностных слоях часто наблюдают смещение химического равновесия, меняются константы скоростей химических реакций, вплоть до изменения валентности, для серы (S), хрома (Cr) и самария (Sm) [16]. Особыми свойствами обладают родственные поверхностным слоям искусственные и естественные образования: пленки, нити, узкие щели, поры, трещины, капли, кристаллы и полости микроскопических размеров [16]. Различают хемосорбцию и физическую адсорбцию. Хемосорбция приводит к образованию между атомами (молекулами) адсорбата и адсорбента химических связей. Следовательно, хемосорбцию можно рассматривать как результат химической реакции, область протекания которой ограничена только поверхностным слоем. Физическая адсорбция не сопровождается существенными изменениями электронных структур в молекулах адсорбата. Она может быть либо мономолекулярной (монослойной), с образованием только одного слоя, в котором молекулярно-силовые поля не уравновешены, либо многослойной (или полимолеку-

лярной). При адсорбции на поверхности твердого тела свободных зарядов (из газа, геля, или ионов из раствора электролита) и возникает ДЭС [16, 17, 18].

В биологических системах очень много разнообразных поверхностей и межфазных границ (по геометрическим параметрам). Они присутствуют внутри клеток и между ними; в капиллярах, в стенках вен и артерий; в паренхиматозных тканях и в стенках многослойных полых органов. На каждой поверхности возникают связанные и свободные заряды, а между средами, ДЭС и небольшая, но относительно стабильная, разность потенциалов. Следовательно, элементарных источников электрической активности в клетках, тканях и органах очень много. В многослойных полых органах они образуют батареи, из последовательно включенных цилиндрических элементов. Возбуждаемые структуры (нервы, скелетная сердечная, гладкая мускулатура) способны формировать переменные сигналы (потенциалы двигательных единиц, псевдомиотические разряды, потенциалы фибрилляций, потенциалы отдельных мышечных волокон, потенциалы действия и т.д. [19]).

2. Под влиянием внешних сил большинство органов и тканей легко поддаются разным видам упругих деформаций: сжатию, растяжению, кручению, изгибу и др., следовательно, каждое усилие на стенку многослойного полого органа неминуемо приводит к изменению электрической емкости межфазных границ. В тканях органа она распределена, образована ДЭС и заряжена. Это значит, что любое изменение ее, сопровождается появлением биоэлектрических сигналов, с высокой точностью отражающих динамику деформации [20]. Поскольку деформация каждой оболочки в полом органе, вызвана сокращениями гладкой мускулатурой (ГМ) в нем биоэлектрические сигналы, образованные параметрическим преобразованием части энергии этих сокращений, специфичны активности конкретным структурам органа. Иначе говоря, сокращения ГМ превращает внутренние органы в источники специфических сигналов, в которых содержится информация о физических параметрах сокращений (длительности, силе, количестве двигательных единиц и др.). Источниками этих сигналов являются динамические емкости межфазных границ (ДЭС) внутренних органов и активность их ГМ. Известно, что мышечная оболочка органа ЖКТ не так уж велика, в частности, у двенадцатиперстной кишки толщина ее находится в пределах 0,3-0,5мм [21], а регулирует она просвет весьма массивного органа. Это обстоятельство позволяет утверждать, что сигналы, формируемые распределенными емкостями, между оболочками в стенках основных отделов ЖКТ, располагаются в области низких и сверхнизких частот [9].

3. Известно, что ЭДС электрохимических источников энергии зависит от состава реагентов, их концентрации и температуры. Следовательно, мгновенное значение разности потенциалов между средами, образующими межфазную границу, зависит от интенсивности в ней обменных процессов. Стабильность диффузионных потоков кислорода (глюкозы, ионов и иных компонентов) через межфазную границу полого органа

весьма невелика. Это значит, что нестабильность обмена может превратить и паренхиматозные ткани в источники различных электрических колебаний [9].

Образование ДЭС создает потенциальные барьеры и области с обедненной концентрацией свободных электрических зарядов (ионов, радикалов). Следовательно, ДЭС одновременно является не только естественным регулятором, но и индикатором интенсивности транспорта зарядов через межфазную границу (потока связанного кислорода, углекислого газа, глюкозы и других веществ). Поскольку в биологических системах стабильность обменных процессов невелика, невозбудимые ткани в организме могут формировать как одиночные разряды (при пропульсивном преодолении потенциальных барьеров, в случае обратимого пробоя межфазной границы) так и медленные волны [9].

Таким образом, информация о причинах и механизмах образования электрических сигналов позволяет отнести регистрируемые комплексы (зубцы) к конкретному процессу, протекающему в органе. Без соответствия физических и физиологических процессов и явлений, протекающих в структурах органа, анализ и интерпретация получаемых данных, а также диагностика функционального состояния вряд ли возможны. Такая информация необходима при выборе регистратора сигналов, способов обработки полученных данных, а также для определения производных физиологических показателей, отображающих особенности функционального состояния изучаемого органа.

Представленные сведения указывают на то, что в каждом органе различных генераторов электрической активности очень много. Они находятся в общем объемном и очень неоднородном проводнике. Сигналы, формируемые ими, смешиваются, накладываются друг на друга, образуя как смесь из них, так и новые составляющие, отражающие нелинейность проводящих путей организма. Текущие значения содержат интегральную информацию о состоянии множества разных структур в определенные моменты времени (общая биоэлектрическая активность).

В основе электрогастрографии лежит достоверно установленное явление: биоэлектрические сигналы, возникающие на различных участках поверхности пациента, существенно обогащаются дополнительными низкоамплитудными составляющими при активизации желудка и иных отделов ЖКТ. Они располагаются в области ультранизких 0, 03-1 Гц и простираются до низких звуковых частот 1-100Гц [6, 22]. В ультранизкочастотной области возникают так называемые «медленные волны», с частотой около 3-х циклов в минуту. Их формируют возбудимые структуры большой кривизны и проксимальных отделов желудка. При движении этих волн к привратнику и к малой кривизне, частота их убывает, а скорость и амплитуда возрастают. Но сокращения возникают только при наложении на медленные волны быстрых потенциалов действия. Они лежат в основе формирования сокращений гладкой мускулатуры ЖКТ, сосудов и других полых органов [23]. Медленные коле-

бания и волны могут возникать и без сокращений. Их появление часто является предвестником перистальтики, так как на вершинах колебаний они способствуют возникновению потенциалов действия, участвуя в организации координированных сокращений [23]. В области сверхнизких частот и низкочастотном диапазоне 1-100Гц электрические сигналы отражают, так называемую «спайковую активность» [5, 22]. В биомеханике, синонимом этого термина является один из видов сегментирующих сокращений.

Экспериментальными и клиническими исследованиями (при регистрации биоэлектрических сигналов и давления одновременно при зондировании желудка у добровольцев) установлено, что его естественная электрическая активность представлена низкоамплитудными сигналами ~1мВ, в области сверхнизких 0, 02-20Гц и низких звуковых частот 20-100Гц. В виде разных возмущений (колебаний, одиночных разрядов или серий из них) электрические сигналы образуются на стенках желудка, дуоденум и других отделов ЖКТ и наводятся на разные участки поверхности организма. Это означает, что важные для диагностики функционального состояния данные можно получить, выделяя из общей биоэлектрической активности организма только те составляющие, которые возникают при активизации единственной, заранее известной структуры органа. Можно полагать, что такие сигналы формируют электрические емкости ДЭС, превращающие в них часть энергии в сокращения. Для этого необходим прибор узкой специализации, способный регистрировать только специфические сигналы органа или отдела, а активность остальных отделов пищеварительного тракта не должна восприниматься.

Клиницистам нужна достоверная информация о функции и состоянии конкретного органа, его частей, или отдельных элементов. Теоретики и экспериментаторы убеждены в том, что в общей биоэлектрической активности организма человека (при электродах на его поверхности), ЖКТ (как единой системы органов) и каждого его отдела такие компоненты (или составляющие) имеются. Они специфичны определенному процессу и возникают при активизации конкретного физического механизма. Учитывая это, можно утверждать, что амплитуда каждой составляющей соответствует силе сокращений стенки конкретного отдела пищеварительного тракта (или количеству в ней активных элементов).

Проблемой выделения составляющих электрической активности, вызванной сокращениями ГМ желудка, занимаются долгие годы, но решить ее в полной мере пока не представлялось возможным. Поиском эффективных способов обработки сигналов, получаемых с помощью широкополосных электрофизиологических систем, и выделения из них специфических колебаний, присущих сокращениям желудка, двенадцатиперстной, тонкой и толстой кишки отдельно друг от друга и в настоящее время занимаются представители разных специальностей (клиницисты, программисты) [8, 24, 25, 26, 27].

Самым длинным (до 5 м) и труднодоступным органом для воздействия (декомпрессии, или подключения к нему электро-

дов зондированием) является тонкий кишечник. Он соединяется с привратником желудка и состоит из двенадцатиперстной, тощей, подвздошной кишки, заканчиваясь илеоцекальным клапаном на границе перехода подвздошной кишки в толстый кишечник. В поперечном сечении тонкая кишка неравномерна: диаметр ее составляет в среднем 4-6 см, а в дистальном отделе 2, 5-3 см. Гладкомышечные структуры всех отделов ЖКТ представлены 3-мя слоями. В наружном слое клетки ориентированы вдоль органа и контролируют его длину, клетки внутренней оболочки располагаются по окружности и регулируют его диаметр. Тончайший слой мышц имеет слизистая оболочка. Строение стенок пищевода, желудка и кишечника подобно. Они отличаются лишь геометрией, строением ворсинок, составом тканей, соков и т.д. [21].

Известно, что специфические сигналы, формируемые каждым отделом ЖКТ человека, разные и занимают весьма узкие диапазоны частот. Для желудка он составляет (0,033-0,066) Гц, для дуоденум - (0,19-0,21) Гц, для тощей кишки (0,15-0,18) Гц, для подвздошной кишки (0,11-0,19) Гц, и для всех отделов толстой кишки (0,06-0,12) Гц [14, 29]. Для количественной характеристики специфических сигналов, вместо диапазонов, авторы ограничиваются только усредненными значениями частоты в них. Для желудка (0.05 Гц) и дуоденум (0.2 Гц), данные разных авторов совпадают, а для толстого кишечника, они существенно расходятся. [28, 29]. В основе разработки современных электрофизиологических воздействий желудок в среднем формирует 3 разряда в минуту (0.05Гц); двенадцатиперстная кишка – 12 (0.2 Гц); в тонком кишечнике образуется 7 (~0.15 Гц); и в толстом кишечнике 5 разрядов в минуту (~0.1 Гц) [28]. Частота разрядов варьирует, но пределы ограничены. Эти параметры определяют главные технические параметры специализированных приборов (их чувствительность, резонансные частоты и диапазоны частот, необходимые для выделения сигналов каждого отдела ЖКТ, без помех со стороны ближайших, связанных с ним непосредственно, соседних органов).

Таким образом, создание клинического метода функциональной диагностики конкретного отдела ЖКТ, сводится к поиску этих составляющих и отделению их от биоэлектрических сигналов соседних органов, а также других, более мощных систем организма человека. Однако большинство авторов, задачу получения клинически важной информации предлагают решать компьютерным программам (с использованием преобразований Фурье или специальных программ для получения спектров с высоким разрешением [7, 30]). Напомним, что под спектром подразумевают полную характеристику состава колебаний, но не более того. В спектрах нет данных о порядке следования каждой составляющей общего сигнала. Они теряют важную информацию об активизации ГМ в той или иной зоне органа, об особенностях координации сокращений и проведении возбуждения по органу, о его функциональном состоянии (и о состоянии всего ЖКТ). Поэтому спектры электрических сигналов ЖКТ используют отдельные энтузиасты, а у клиницистов особой популярностью они не пользуются [3, 5, 22, 29].

В экспериментах на крысах «электромиография» использовалась для выявления нарушений моторно-эвакуаторной функции желудка, дуоденум и тощей кишки при лапаротомии, в сочетании с введением эндотоксина и, в дальнейшем, развитием перитонита. При этом по динамике сигналов оценивали тяжесть нарушений и эффективность фармакологических средств при коррекции этих нарушений (домперидон, тримебутин, цизаприд и ряд иных). Регистрацию сигналов, как правило, осуществляли с помощью «Гастроинтестинального монитора» [22] или 48-и канального нейровизора NVX-52 в полосе частот (0,1-30) Гц [5] или иной аппаратурой, способной регистрировать переменные сигналы амплитудой примерно 0,05мВ в области сверхнизких частот (0,02-10) Гц.

Для регистрации электрической активности желудка, других отделов ЖКТ в клинических условиях (включая палаты интенсивной терапии) используют специальную аппаратуру: («Synectics Polygraph», Швеция [30]; ЭГГ-24-02; NVX-52; «Дизайн Центр – Идис» Москва [7]; «Гастроскан-ГЭМ» [3, 5, 8]). Полученные данные превращают в цифровые последовательности (АЦП) и сохраняют их для дальнейшей обработки, по заранее написанной и постоянной (для конкретного Комплекса) компьютерной программе. В палатах интенсивной терапии уровень помех и артефактов гораздо выше, чем в экспериментальных лабораториях. Поэтому полосу пропускания в клинических приборах еще больше ограничивают. Она не превышает 0,5Гц [6, 7], но и это ограничение не способствует популярности электрогастрографии среди клиницистов.

В литературе имеются описания усиления и выделение сигналов ЖКТ с помощью аппарата «Гастроскан-ГЭМ» с подключением его к пациенту поляризующими электродами [8]. Для получения достоверных данных характеризующих работу проксимальных отделов ЖКТ авторы предлагают регистрировать биоэлектрические сигналы в течение 2-х часов, а для оценки состояния толстого кишечника (с применением «стандартной пищевой нагрузки» в середине исследования) не менее 6-ти часов. Не обсуждая физиологического смысла предложенных показателей, заметим, что их названия выбраны явно неудачно. (В частности, согласно представленной авторами формуле, коэффициент ритмичности отражает неравномерность амплитудно-частотной характеристики и к ритму никакого отношения не имеет). Очевидно, что такая методика не применима всем больным в палатах интенсивной терапии. Эти сведения убеждают нас в том, что в настоящее время устранить все недостатки, присущие приборам, пришедшим к нам из прошлого столетия, компьютеризацией нельзя (включая методы цифрового спектрального анализа и его приложений [31]).

Сравнение между собой: технических параметров аппаратов ЭГГ-24-02, Гастроскан-ГЭМ и также иных диагностических систем, используемых в клинических исследованиях и экспериментах, полученных данных; методических новинок и приемов, придуманных авторами для расширения возможностей электрофизиологических методов, приводит к следующим выводам:

1. Современные комплексы не приспособлены для систематических исследований в палатах интенсивной терапии (регистрация должна осуществляться от 2-х до 6-ти часов [8], необходим так называемый «стандартный завтрак» и мн.др. [7, 8]).

2. Спектры теряют информацию об очередности и последовательности появления гармоник. Эти показатели важны для характеристики состояния и функции органа, по ним легко определяют направление распространения возбуждения и ритм сокращений. Этим недостатком обладают и 3-х мерные (или объемные спектры). Они характеризуют изменения состава колебаний в заданных интервалах исследования и никакого отношения к ритму, а также к распространению возбуждения по всей структуре органа, не имеют [30].

3. Необходимо отказаться от пищевой нагрузки в качестве теста. Использовать ее в палатах интенсивной терапии или на фоне кишечной непроходимости крайне неудобно, а зачастую просто невозможно). Вместо пищевой нагрузки следует использовать короткие серии электроимпульсных воздействий.

4. Оптимальным способом представления данных является мониторинг тех составляющих в общей электрической активности органа, которые присущи его сокращениям. Они располагаются в очень узком диапазоне частот, а непрерывная регистрация колебаний позволяет изучить особенности состояния, функции органа и проведения возбуждения в любых условиях, в том числе и в палатах интенсивной терапии.

Представленные сведения послужили основой для разработки и создания принципиально новых приборов, в основе которых впервые был реализован резонанс. Они предназначены для мониторинга электрической активности и реакций ВС (желудка, ДПК, остальных отделов тонкого и толстого кишечника раздельно друг от друга), возникающих под влиянием на них разных видов резонансных воздействий. Технические параметры приборов узкой специализации (селективного полиграфа и резонансного стимулятора ЖКТ) позволяют одновременно регистрировать сигналы и стимулировать конкретный орган ЖКТ. Объединение диагностики и коррекции в единую методику позволяет осуществить индивидуальное лечение, соответствующее текущему состоянию ЖКТ. Эти факторы обеспечивают высокую эффективность лечения сериями разных резонансных воздействий и экспресс-диагностику функционального состояния основных отделов ЖКТ во время проведения сеанса. Качественная оценка состояния и интенсивности сокращений требует нескольких минут, она понятна не только представителям медицинского персонала, но и обследуемому, что еще более позволяет достигать комплайенса между пациентом и лечащим врачом.

Резонанс, как частное физическое явление может возникать при взаимодействии источника возмущений с практически любой, исходно пассивной, сложной системой. Следовательно, в той или иной мере, резонансный отклик можно обнаружить и в каждом внутреннем органе, включая ЖКТ. Условия возникновения его в биологических системах, известны [9].

Полоса пропускания простых, надежно работающих фильтров, используемых в Селективном полиграфе ЖКТ, не превышает (0,008-0,012) Гц. Она зависит от резонансной частоты

фильтра. Это позволяет регистрировать сигналы основных отделов ЖКТ без наложения их друг на друга. Для проведения сеансов резонансной терапии ЖКТ у больных в клинических условиях, включая палаты интенсивной терапии, был разработан 4-х канальный полиграф [27] с возможностью увеличения количества фильтров для научных целей [9].

Для диагностики функции каждого органа ЖКТ с помощью тестов и восстановления в них нормальной перистальтической активности разработан «Резонансный стимулятор ЖКТ», формирующий синусоидальные колебания с различной задаваемой частотой. Последовательность появления каждой серии и количества периодов при этом строго варибельно, что позволяет стимулировать отделы пищеварительной трубки в заданном порядке и формировать в них координированные сокращения и проведение возбуждения.

Доказательством возникновения и существования резонанса, являются реакции основных отделов ЖКТ, записанные в ответ на короткие (и длительные) серии различных, крайне малых, внешних раздражений [2, 9–13]. Подтверждением этому является появление в разных участках аускультативно перистальтического шума, усвоение пищи, компенсация гастро- и энтеростаза, получение стула и иных клинических признаков восстановления моторики кишечника.

Чтобы при длительной стимуляции больного исключить появление негативных побочных явлений (на возбудимые структуры сердца, сосудов и других внутренних органов), необходимо не только максимально снизить ток в импульсах, но и ограничить в них количество гармоник, то есть использовать только синусоидальные колебания, спектр которых крайне обеднен. Однако снижение тока увеличивает длительность процедур и снижает эффективность стимуляции. Многократное усиление эффективности и избирательности воздействий достигается с помощью резонанса. Поэтому, физиологически правильный выбор вида физиотерапии, а также диагностических тестов, обусловлен использованием при проведении процедур явления резонанса [9, 32].

Резонансная терапия кардинально отличается от распространенных способов стимуляции и рефлексотерапии. Благодаря отсутствию побочных влияний на остальные ткани и системы человека, продолжительность лечения может составлять длительное время, вплоть до практически суточного воздействия [2, 13, 32], а получаемые данные не содержат избыточной информации, легко интерпретируются [10, 11, 12, 32], исключает инвазию пациента [2, 10–13, 32], расширяя границы применения данного комплекса [32].

Тонкие стенки многослойных полых органов ЖКТ легко поддаются растяжению, сжатию, кручению изгибу и т.д. Сокращение какого-нибудь сегмента органа, сопровождается растяжением соседних зон. Не вдаваясь в подробности, напомним, что необходимым условием перистальтики является наличие сокращений в одних зонах органа, частичных сокращений и расслабленных в соседних сегментах. Медикаментозных препаратов, приводящих одновременно ГМ органа в такое комбинированное и динамическое состояние, не существует.

Моделировать перистальтику можно разнообразными видами физиотерапии (вибрацией, переменными, магнитными полями, или электроимпульсными воздействиями), но создание эффекта резонанса позволяет решить поставленные выше задачи.

В настоящее время в разных клиниках столицы резонансную стимуляцию основных отделов системы пищеварения используют эпизодически. В исключительных случаях сеансы резонансной терапии назначают только больным в критических состояниях с нарушениями функции кишечника, которым общепринятая интенсивная терапия уже не помогает [14, 15, 32].

Поиск наиболее эффективных средств, направленных на восстановление перистальтики (координированных сокращений, моторики, моторно-эвакуаторной или двигательной функции) в органах ЖКТ, прежде всего, связан с выявлением физических причин, механизмов и алгоритмов сокращений, приводящих к перемещению содержимого (химуса) в определенном направлении.

Активное внедрение метода консервативного воздействия на возбудимые структуры пищеварительного тракта, особенно у столь тяжелой категории пациентов с синдромами кишечной непроходимости, интраабдоминальной гипертензии и энтеральной недостаточности, а также дальнейшее изучение влияния резонансной стимуляции при коррекции пассажа химуса позволит достичь улучшения результатов лечения и дать шанс пациентам, в том числе в критическом состоянии.

Список литературы

1. **Гальперин Ю.М.** Парезы, параличи и функциональная непроходимость кишечника. М.: Медицина, 1975.
2. **Хитаршвили Н.И.** Оценка эффективности резонансной электростимуляции желудочно-кишечного тракта у хирургических больных. Автореф. канд. мед. наук. М., 1995
3. **Алексеева Е.В.** Прокинетики в лечении синдрома кишечной недостаточности у хирургических больных в критическом состоянии.. Автореф. канд. мед. наук. М., 2010.
4. **Савельев В.С., Абакумов М.М., Бакулева Л.П.** Руководство по неотложной хирургии органов брюшной полости. М.: Медицина, 1986.
5. **Кислякова Е.И.** Трибутирин в коррекции послеоперационных нарушений электрической активности тонкой кишки. Автореф. канд. биол. наук. М., 2016.
6. **Жуковский В.Д.** Медицинские электронные системы. М., 1976. С. 18.
7. **Нугаева Н.Р.** Характеристика электрогастрографических показателей при наиболее часто встречающихся заболеваниях желудка и язвенной болезни двенадцатиперстной кишки. Автореф. канд. мед. наук. М., 1999.
8. **Ступин В.А., Смирнова Г.О., Баглаенко М.В.** Патофизиология электрогастроэнтерографии в клинической практике. Лечащий врач. 2005;2:60-62.
9. **Яковенко В.Н., Шульгина Н.М., Яковенко С.В., Чегурова М.Г.** Механизмы генерации медленных составляющих биоэлектрической активности в диагностике и коррекции функционального состояния органов желудочно-кишечного тракта. Международный медицинский журнал. 2000;3:228-233.
10. **Бобринская И.Г., Мороз В.В., Яковенко В.Н., Кудряков О.Н., Спиридонова Е.А., Солдатова В.Ю.** Селективная полиграфия и резонансная стимуляция ЖКТ в раннем послеоперационном периоде при перитоните. Общая реаниматология. 2016;12(2):90-99.

нансная стимуляция ЖКТ в раннем послеоперационном периоде при перитоните. Общая реаниматология. 2016;12(2):90-99.

11. **Каримов С.Х.** Объективизация диагностики пареза желудка ЖКТ и контроля его лечения при острых хирургических заболеваниях органов брюшной полости. Автореф. док. мед. наук. СПб., 2008.

12. **Алимов Р.Р.** Диагностика и лечение пареза ЖКТ при панкреатогенном перитоните. Автореф. канд. мед. наук. СПб., 2007.

13. **Ульянов А.А.** Роль электростимуляции в восстановлении моторно-эвакуаторной функции ЖКТ в раннем послеоперационном периоде. Автореф. канд. мед. наук. М., 1999.

14. **Воронюк Г.М., Коробко Л.М., Строганов Д.А., Яковенко В.Н.** Консервативное лечение острой кишечной непроходимости, которая возникла в больного вскоре после хирургического разделения спаек исследованиях. Детская хирургия. 2003;4:48-49.

15. **Ногтев П.В., Чилингарида К.А., Л.М., Яковенко В.Н.** Новый метод в комплексном лечении спаечной кишечной непроходимости. Врач. 2010;3:73-76.

16. **Физическая энциклопедия.** Под редакцией А.М.Прохорова. Поверхностная диффузия – поверхностные явления. Т. 3. М., 1992. С. 644–653.

17. **Физическая энциклопедия.** Под редакцией А.М.Прохорова. Адсорбция. Т. 1. М., 1988. С. 30.

18. **Лехина И.В., Петров Ф.Н.** Словарь иностранных слов. М.: Государственное изд-во иностранных и национальных словарей, 1955. С. 25.

19. **Гехт Б.М.** Теоретическая и прикладная электромиография. Л. Из-во Наука, 1990.

20. **Синельников Р.Д., Синельников Я.Р.** Атлас анатомии человека. М.: Медицина, 1996

21. **Тропская Н.С.** Механизмы послеоперационных нарушений моторно-эвакуаторной функции желудка и тонкой кишки и их фармакологическая коррекция. Автореф. док. биол. наук. М., 2009.

22. **Лобанков В.М.** Миоэлектрическая активность желудка и выбор операции у больных дуоденальной язвой. Автореф. канд. мед. наук. М., 1992.

23. **Ребров В.Г.** Спектральный анализ потенциалов желудка и кишечника с поверхности тела. Советская медицина. 1991;2:21-23.

24. **Ребров В.Г.** Модификация электрогастрографа ЭГС-4м. Новости мед. тех. Вып. 3. 1978. С. 78-80.

25. **Собакин М.А.** Развитие и современное состояние электрогастрографии // Современные вопросы электрогастрографии. Новосибирск, 1975. С. 3–12.

26. **Смирнова В.И., Яковенко С.В., Яковенко В.Н., Желтов И.П., Смирнов Е.П., Хитаршвили Н.И., Шульгина Н.М.** Селективная электрогастроэнтерография. Хирургия. 1996; 2:68-70.

27. **Szurszewski J.H.** Electrical Basis for Gastrointestinal Motility // Physiology of the Gastrointestinal. Tract Second Edition. N.-Y.: Raven Press, 1987. Pp. 383-416.

28. **Тропская Н.С.** Теоретические предпосылки и экспериментальное обоснование использования электрогастроэнтерографии. РЖГТК. 2006;5:82-88.

29. **Кубышкин В.А., Корняк В.С.** Гастроэзофагиальная рефлюксная болезнь. М., 1999.

30. **Марпл С.Л.** Цифровой спектральный анализ и его приложения. М.: Мир, 1990.

31. **Яковенко В.Н., Игнатьева В.Б., Цагараев А.Б., Шульгина Н.М.** Резонансная стимуляция. Перспективы использования для лечения и в научных исследованиях. Вестник интенсивной терапии. 2007;2:52–55.

32. **Халидов О.Х., Фомин В.С., Яковенко В.Н., Джаджиев А.Б., Стручков В.Ю., Фомина М.Н., Тегай Р.А.** Лечение острой спаечной нестрангуляционной тонкокишечной непроходимости с использованием резонансной стимуляции перистальтической активности. V Съезд хирургов Юга России с международным участием: тезисы. 2017:417-418.

MAIN DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF ELECTROGASSTROENTEROGRAPHY AND RESTORATION OF COORDINATION OF ABBREVIATIONS OF DIGESTIVE TRACT IN PATIENTS WITH SURGICAL PROFILE

V. D. YAKOVENKO², V. S. FOMIN¹, I. G. BOBRINSKAJA¹

¹*Moscow State University of Medicine and Dentistry n.a. A.I. Evdokimiov, Moscow*

²*A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow*

Information about the authors:

Yakovenko Valentin Nikolayevich – Senior Researcher of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, PhD

Fomin Vladimir Sergeevich – Docent of Moscow State University of Medicine and Dentistry n.a. A.I. Evdokimiov, PhD

Bobrinskaja Irina Georgievna – Professor of Moscow State University of Medicine and Dentistry n.a. A.I. Evdokimiov, MD

Modern diagnosis of pathology of the digestive tract includes both use of the getting radiation, and invasive penetration (endoscopic technicians) who are combined with a research of organ-changes of a digestive tract. Unfortunately, organ function of a condition of a digestive tract, including bioelectric and biochemical processes of this most difficult system that is especially relevant in surgical practice, medical emergencies, remains to "terra incognita" for researchers. Data on physiological mechanisms of regulation of motility of digestive tract, anatomical and physiological data on excitability of a stomach, duodenal, bowel are provided in article. The role of various physiotherapeutic procedures of regulation also electrophysiological techniques of providing and control of realization of the induced peristaltic activity is considered. The analysis of publications in the domestic press with comments received the phenomena and also expediency of these or those innovations in the field of peristaltic activity of a digestive tract is carried out.

Key words: peristaltic activity, resonant stimulation, acute abdomen.