

Варианты нарушения моторной функции желудка и двенадцатиперстной кишки при язвенной болезни

Г.О.Смирнова¹, С.В.Силуянов¹, А.Е.Богданов¹, С.А.Булгаков², И.Г.Джитав³

¹Российский государственный медицинский университет им. Н.И.Пирогова, кафедра госпитальной хирургии №1 лечебного факультета, Москва (зав. кафедрой – проф. В.А.Ступин);

²Российский государственный медицинский университет им. Н.И.Пирогова, НИИ фундаментальных и прикладных биомедицинских исследований, отдел экспериментальной хирургии, Москва (директор – проф. А.П.Эттингер);

³Городская клиническая больница №36 г. Москвы (главный врач – В.Н.Французов)

Целью работы было изучение моторно-эвакуаторной функции желудка и двенадцатиперстной кишки при язвенной болезни у пациентов различных возрастных групп. Моторная функция исследована у 539 больных с помощью рентгенографии желудка с барием и периферической электрогастроэнтерографии по стандартной методике на приборе «Гастроэнтеромонитор ГЭМ-01». Выявлено, что моторно-эвакуаторная функция при язвенной болезни различается у мужчин и женщин в разных возрастных группах: у мужчин язвенная болезнь протекает преимущественно без нарушений моторики, а у женщин язвенная болезнь всегда протекает на фоне нарушений МЭФ, преимущественно по 2 или 3 типу. У пожилых больных нарушения моторно-эвакуаторной функции встречаются чаще, чем в молодом возрасте; для них более характерен 3 тип нарушения МЭФ.

Ключевые слова: язвенная болезнь, пожилой возраст, нарушения моторики желудка

Variants of gastrointestinal motility disorders in patients with duodenal ulcer

G.O.Smirnova¹, S.V.Siluyanov¹, A.E.Bogdanov¹, S.A.Bulgakov², I.G.Djitava³

¹N.I.Pirogov Russian State Medical University, Department of Hospital Surgery №1 of Medical Faculty, Moscow (Head of the Department – Prof. V.A.Stupin);

²N.I.Pirogov Russian State Medical University, Research Institute of Fundamental and Applied Biomedical Research, Department of Experimental Surgery, Moscow (Head of the Department – Prof. A.P.Oettinger);

³Municipal Clinical Hospital №36, Moscow (Chief Doctor – V.N.Frantsuzov)

The purpose of the work was studying motility of a stomach and a duodenal gut at a peptic ulcer in patients of various age groups. Motor function was investigated with the help of Rg of a stomach with barium and peripheral computer electrogastroenterography by a standard technique with «Gastroenteromonitor GEM-01» in 539 patients. It was revealed, that motility at a stomach ulcer differs in men and women in different age groups: in men the stomach ulcer proceeds mainly without infringements of motility and in women gastric ulcer always occurs on a background of infringements motility MEF, mainly of the 2nd or 3^d type. In elderly patients infringement motility functions were met more often, than at young age, for them the 3^d type of infringement motility was more characteristic.

Key words: stomach ulcer, advanced age, disorders of gastric motility

Для корреспонденции:

Смирнова Галина Олеговна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии №1 лечебного факультета Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова

Адрес: 111734, Москва, ул. Вешняковская, 23

Телефон: (499) 375-9001

E-mail: katerina@hospital15.com

Статья поступила 05.10.2009 г., принята к печати 31.03.2010 г.

Моторно-эвакуаторные расстройства желудка и двенадцатиперстной кишки занимают важное место в патогенезе язвенной болезни и являются причиной ряда синдромов, значительно ухудшающих результаты лечения [1–3]. В последнее время все большее внимание гастроэнтерологов занимают функциональные нарушения так называемых зон перехода – гастроэзофагеальный и дуоденогастральный рефлюксы [1, 4]. По мнению Holle, координиро-

ванная работа антрального отдела и проксимальной части ДПК – главное в эвакуации желудочного содержимого. Диагностика этих состояний достаточно трудна при использовании рутинных методов исследования [1–5]. Традиционные методы оценки двигательной активности желудка, такие как рентгенологическое исследование, радиоизотопное исследование, иономанометрия, ультразвуковая визуализация; косвенные методы – внутрижелудочная рН-метрия, клиническая оценка, не во всех случаях могут применяться и давать объективную и всестороннюю картину вида и тяжести двигательных нарушений верхних отделов пищеварительного тракта [1–3]: они также сложны для применения, главным образом, ввиду длительности исследования и необходимости использования специальной сложной аппаратуры [2–4]. Комплексное применение этих методов, бесспорно, дает весьма ценную информацию, методы, вероятнее всего, будут развиваться и совершенствоваться.

В 50-х годах прошлого века блистательным отечественным исследователем М.А.Собакиным была предложена и широко внедрена в клиническую практику методика регистрации спонтанной электрической активности гладких мышц стенки пищеварительного канала с поверхности тела – периферическая электрогастрография [5]. При этом был разработан простой и недорогой прибор для этого исследования. В середине прошлого века количество публикаций в отечественной литературе, посвященных определению электрической активности по методу М.А.Собакина, превышало все остальные публикации по гастроэнтерологической тематике [6–10]. Такая эксплуатация тематики привела, как это часто бывает, к обратному результату. Метод был дискредитирован усилиями неразумных последователей, и к середине 80-х годов использование его в клинической практике практически прекратилось [11].

В последнее время возрастает интерес к так называемой периферической электрогастроэнтерографии [12, 13]. Метод основан на фильтрации сигналов, соответствующих частотным характеристикам электрического сигнала гладких мышц желудочно-кишечного тракта из суммарного электрического сигнала, регистрируемого с электродов, расположенных на поверхности тела больного. Работы по точной биологической оценке этих сигналов продолжаются: создана аппаратура, программное обеспечение и накоплен определенный клинический опыт использования периферической электрогастроэнтерографии у больных с патологией верхних отделов желудочно-кишечного тракта [14]. Однако накопленный опыт требует осмысления и всесторонней оценки [13]. Привлекательность методики заключается прежде всего в ее хорошей переносимости больными, отсутствии сложной подготовки и, что самое главное, абсолютной неинвазивности. В клинике госпитальной хирургии №1 лечебного факультета РГМУ в течение нескольких десятилетий занимались изучением электрической активности желудочно-кишечного тракта методом периферической электрогастроэнтерографии. Данная работа является одним из шагов на обозначенном пути и представляет собой попытку точной клинической привязки данных периферической электрогастроэнтерографии к реальной ситуации.

Пациенты и методы

В клинике госпитальной хирургии №1 лечебного факультета РГМУ на базе Городской клинической больницы №15 им. О.М.Филатова г. Москвы за период 1999–2009 гг. моторно-эвакуаторная функция верхних отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) исследована у 539 больных с язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки. Среди них было 287 женщин и 252 мужчин. Средний возраст пациентов составил $56,3 \pm 5,8$ года. 357 больных были старше 60 лет. По длительности язвенного анамнеза пациенты были разделены на 3 группы: без язвенного анамнеза – 197 (36,5%) пациентов, с коротким язвенным анамнезом от 1 года до 5 лет – 236 (43,8%) пациентов и с длительным язвенным анамнезом более 5 лет – 106 (19,7%) пациентов. Для изучения физиологических норм электрической активности желудка и двенадцатиперстной кишки была обследована группа из 117 здоровых лиц в возрасте от 22 до 67 лет. Среди них было 56 мужчин и 61 женщина. Комплексное исследование включало: выявление клинических симптомов, характерных для нарушения моторно-эвакуаторной функции желудка и двенадцатиперстной кишки, эндоскопическое исследование, контрастную рентгенографию желудка и периферическую электрогастроэнтерографию (ПЭГЭГ).

Для записи сигнала ПЭГЭГ использовали прибор «Гастроэнтеромонитор ГЭМ-01», разработанный совместно с НПП «Исток-Система» (Фрязино). Регистрация сигнала происходила в диапазоне частот, соответствующих электрической активности желудочно-кишечного тракта 0,01–0,3 Гц [10], оценивали сигнал, соответствующий частотам желудка 0,03–0,07 Гц и двенадцатиперстной кишки 0,18–0,25 Гц. Прибор обеспечивает прием и регистрацию сигнала с накожных электродов в течение от 30 мин до 48 ч, а также хранение, обработку и документальное представление получаемой информации. Регистрация периферического сигнала электрической активности ЖКТ производится следующим образом: 1 этап – исследование базальной электрической активности ЖКТ, 2 этап – исследование электрической активности ЖКТ после пищевой стимуляции (стандартный завтрак). Время регистрации сигнала для каждого этапа исследования составляет 40 мин. Полученный сигнал анализировался с помощью линей-

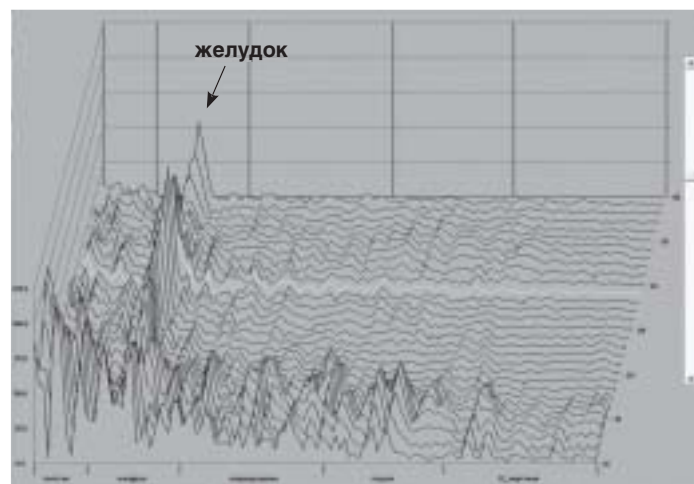


Рис. 1. ПЭГЭГ (анализ Фурье): длительное повышение электрической активности на частотах желудка за весь период исследования (стеноз выходного отдела желудка).

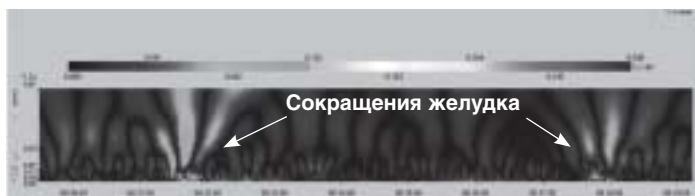


Рис. 2. ПЭГЭГ (вейвлет-анализ): пиковое повышение электрической активности на частотах желудка у здорового пациента.

ной фильтрации и спектрального анализа. Спектром сигнала называется его разложение по ортогональным системам функций. Такое разложение можно выполнить с помощью классического дискретного преобразования Фурье (рис. 1). В результате сигнал из временной области преобразуется в частотную, полученные спектральные составляющие показывают величину гармоник, действующей на данной частоте. При анализе сложных биологических сигналов анализ Фурье иногда оказывается недостаточно эффективным. Поэтому дополнительно использовали вейвлет – преобразование сигнала (wavelet – маленькая волна). Вейвлеты – это обобщенное название семейств математических функций, в которых все функции являются производной от базовой функции посредством ее сдвигов и растяжений по оси времени. Этот метод спектрального анализа дает удобный и эффективный инструмент для решения многих практических задач. В отличие от преобразований Фурье он обеспечивает двумерную развертку сигнала, при этом частота и координата рассматриваются как независимые переменные, что дает возможность анализа сигнала сразу на двух осях. Одно из главных практических достоинств данного анализа заключается в разделении функций на две группы: аппроксимирующую – грубую, с достаточно медленной временной динамикой изменений, и детализирующую – с локальной и быстрой динамикой изменений. Это позволяет более точно определить как базовые изменения электрической активности ЖКТ, так и пиковые колебания электрической активности за короткие промежутки времени. Такой анализ, как показала практика, позволяет более точно диагностировать нарушения моторной и эвакуаторной функций различных отделов ЖКТ и рефлюксы. Многие исследователи называют вейвлет-анализ «математическим микроскопом» для точного изучения структуры неоднородных сигналов и функций [15, 16]. Такой анализ позволяет привязать частотные изменения к определенной локализации в пространстве, в рассматриваемом случае к различным участкам верхних отделов ЖКТ, являясь, таким образом, частотно-пространственным анализом. При использовании вейвлета Морле (Morlet) возможно получение адекватной картины электрической активности различных отделов ЖКТ как во времени, так и в частотном спектре (рис. 2). На рис. 2 преобразование Морле представляет собой разложение электрического сигнала ЖКТ по сдвигам частоты и амплитуды сигнала во времени. По оси Y – переменная определяет масштаб вейвлета и эквивалентна частоте, а по оси X – сдвиг вейвлета по сигналу от

начальной точки в области его определения, шкала которого полностью повторяет временную шкалу сигнала.

При оценке сигнала рассчитывали следующие показатели:

Pi/Ps – процентное отношение электрической активности отдела желудочно-кишечного тракта к суммарному уровню электрической активности всего ЖКТ;

коэффициент ритмичности ($K_{ритм}$) – отношение длины огибающей спектра к длине участка спектра отдела ЖКТ – оценивает наличие и характер пропульсивных сокращений гладкомышечной мускулатуры каждого отдела ЖКТ.

Результаты исследования и их обсуждение

При обследовании группы из 117 здоровых пациентов были определены примерные физиологические нормы показателей электрической активности желудка и двенадцатиперстной кишки у человека (см. таблицу). В связи с тем, что методика ПЭГЭГ достаточно новая, целесообразно выделить критерии, по которым оценивали те или иные нарушения моторики желудка и двенадцатиперстной кишки, выявленные рутинными методами. Диагностика нарушений моторики верхних отделов ЖКТ при язвенной болезни основывалась на сопоставлении клинических данных, результатов рентгенологического и эндоскопического исследований, операционных находок с учетом показателей электрической активности желудка при ПЭГЭГ. По данным ряда авторов, при язвенной болезни можно выделить следующие виды нарушений моторной (МФ) и эвакуаторной функции верхних отделов ЖКТ: изолированные нарушения моторики желудка (стеноз), изолированные нарушения моторики двенадцатиперстной кишки (дискинезии) и комбинированные нарушения – нарушения координации моторики желудка и двенадцатиперстной кишки [1, 6, 8].

Изолированные нарушения моторики желудка – стеноз выходного отдела желудка

В клинической практике мы использовали классификацию пилородуоденальных стенозов, разработанную Ю.М.Панцыревым и С.А.Чернякевич в 1973 г. [1]. При ПЭГЭГ признаками нарушения электрической активности желудка считали повышение электрической активности на частотах желудка при базальном и стимулированном исследовании, увеличение показателей Pi/Ps , $K_{ритм}$ на частотах желудка при пищевой стимуляции (рис. 3).

Характер показателей зависел от степени выраженности стеноза: формирующийся, компенсированный, субкомпенсированный, декомпенсированный стеноз. При компенсированном стенозе выходного отдела желудка отмечали повышение показателя Pi/Ps до $38,6 \pm 8,2$ (в 1,5–2 раза) как натощак, так и при стимулированном исследовании на частотах желудка, повышение $K_{ритм}$ до $9,7 \pm 0,8$ (в 2 и более раз) на частотах желудка при стимулированном исследовании. При субкомпенсированном стенозе повышение электрической активности и $K_{ритм}$ на частотах желудка были менее выражены ($Pi/Ps = 33,5 \pm 3,8$,

Таблица. Показатели электрической активности желудка и двенадцатиперстной кишки у здоровых обследуемых

Отдел ЖКТ	Pi/Ps		$K_{ритм}$	
	Базальная электрическая активность	Электрическая активность при пищевой стимуляции	Базальный	Стимулированный
Желудок	$22,4 \pm 11,2$	$26,9 \pm 8,2$	$4,85 \pm 2,1$	$6,4 \pm 1,2$
Двенадцатиперстная кишка	$2,1 \pm 1,2$	$1,8 \pm 0,9$	$0,9 \pm 0,5$	$1,4 \pm 0,2$

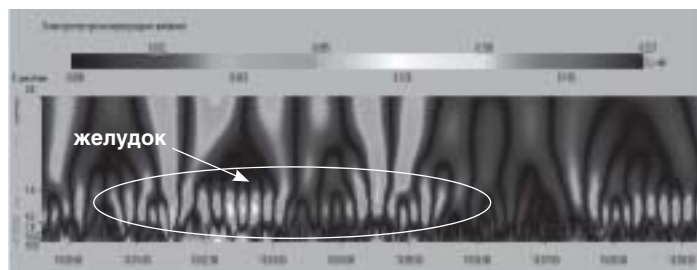


Рис. 3. ПЭГЭГ (вейвлет-анализ): длительное повышение электрической активности на частотах желудка (компенсированный стеноз выходного отдела желудка).

$K_{\text{ритм}} = 8,6 \pm 0,6$) и достоверно отличались от таковых у здоровых пациентов ($p < 0,05$); помимо этого отмечали снижение электрической активности двенадцатиперстной кишки при стимулированном исследовании в 1,2 раза и замедление повышения электрической активности двенадцатиперстной кишки до 30-й минуты, что указывает на задержку эвакуации из желудка. При декомпенсированном стенозе отмечали снижение электрической активности желудка на 1,5 раза, незначительное повышение электрической активности на частотах желудка при стимулированном исследовании ($Pi/Ps = 24,5 \pm 6,2$), повышение $K_{\text{ритм}}$ до $8,1 \pm 0,5$ на частотах желудка при стимулированном исследовании и отсутствие повышения электрической активности на частотах двенадцатиперстной кишки в течение 40 мин. Это указывает на отсутствие эвакуации из желудка за весь период пищевого исследования. На основании клинко-рентгенологических данных не всегда можно диагностировать формирующийся пилородуоденальный стеноз, что приводит к потере времени для эффективного оперативного лечения пациентов. У 5 больных клинко-рентгенологическое исследование не выявило признаков стеноза выходного отдела желудка, вместе с тем исследование электрической активности ЖКТ позволило обнаружить признаки формирующегося стеноза выходного отдела желудка, что явилось показанием к плановому оперативному лечению. У всех 5 больных картина стеноза подтверждена во время операции. Мы выявили статистически достоверные различия показателей электрической активности у пациентов с формирующимся стенозом по сравнению со здоровыми обследуемыми ($Pi/Ps = 35,0 \pm 3,8$, $K_{\text{ритм}} = 8,7 \pm 0,5$; $p < 0,05$). По данным нашего исследования, увеличение показателей Pi/Ps , $K_{\text{ритм}}$ более чем на 30% по сравнению с таковыми у здоровых

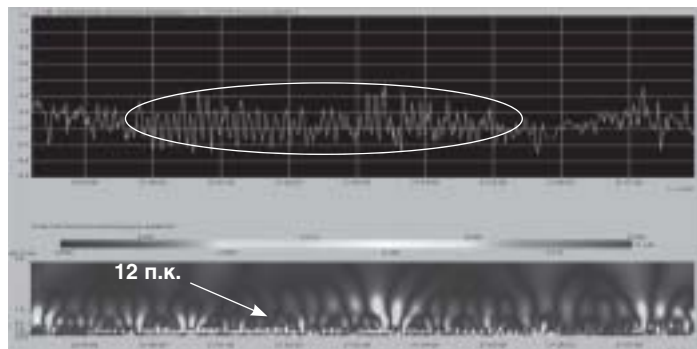


Рис. 4. ПЭГЭГ (вейвлет-анализ): длительное повышение электрической активности на частотах двенадцатиперстной кишки (дискинезия двенадцатиперстной кишки по гипертоническому варианту).

обследуемых указывает на формирование стеноза выходного отдела желудка даже при отсутствии клинических и рентгенологических признаков и может являться показанием к плановому оперативному лечению.

Изолированные нарушения моторики двенадцатиперстной кишки (дискинезии двенадцатиперстной кишки)

На наш взгляд, целесообразно выделять 2 варианта изолированных нарушений моторной функции двенадцатиперстной кишки: дискинезия по гипертоническому типу и дискинезия по гипотоническому типу. При ПЭГЭГ признаками нарушения моторной функции двенадцатиперстной кишки **по гипертоническому варианту** считали повышение электрической активности на частотах двенадцатиперстной кишки при базальном исследовании и снижение ее в 2 и более раз при пищевой стимуляции. Повышение коэффициента ритмичности на частотах двенадцатиперстной кишки в 10 и более раз показано на рис. 4. Признаками нарушения моторной функции двенадцатиперстной кишки **по гипотоническому варианту (хроническая дуоденальная непроходимость)** [6] считали снижение коэффициента ритмичности на частотах двенадцатиперстной кишки при базальном исследовании и пищевой стимуляции в 2 и более раз.

Комбинированные нарушения (дуоденогастральный рефлюкс)

Для комбинированных нарушений МФ при ПЭГЭГ характерно: снижение показателя Pi/Ps на частотах желудка и повышение показателя Pi/Ps на частотах двенадцатиперстной кишки при базальном исследовании и повышение показателей Pi/Ps , снижение $K_{\text{ритм}}$ на частотах желудка при пищевой стимуляции. Это указывает на нарушение периодичности сокращений желудка и двенадцатиперстной кишки, что приводит к функциональному нарушению эвакуации из желудка и появлению дуоденогастрального рефлюкса (рис. 5).

В процессе обследования мы установили, что у 379 (70,3%) из 539 пациентов с дуоденальной язвой наблюдаются различные нарушения моторной и эвакуаторной функции верхних отделов ЖКТ. Определение электрической активности ЖКТ в комплексе исследования повысило точность диагностики моторных нарушений верхнего отдела ЖКТ в 3,5 раза. Частота выявлений моторных и эвакуаторных нарушений верхних отделов ЖКТ в одной и той же группе больных составила: 16,7% – по клиническим данным, 20,2% – по данным контрастной рентгенографии верхних отделов ЖКТ, 70,3% – по данным периферической электрогастроэнтерграфии. Это отмечено как в целом по группе, так и при отдельных видах нарушения МФ. Изолированные нарушения моторики желудка были выявлены у 40 (7,4%) пациентов по клиническим данным, у 38 (7%) пациентов – при контрастном рентгенологическом исследовании и у 43 (8%) пациентов – при ПЭГЭГ. Нарушения моторики двенадцатиперстной кишки по клиническим данным были выявлены у 34 (6,3%) больных, при контрастном рентгенологическом исследовании – у 32 (6%) больных, при ПЭГЭГ – у 36 (6,7%) больных. Комбинированные нарушения моторики по клиническим данным выявлены у 18 (3,3%), при рентгенологическом исследовании – у 39 (7,2%) пациентов, при ПЭГЭГ – у 300 (55,6%) пациентов. Чувствительность метода ПЭГЭГ при выявлении нарушений моторной и эвакуаторной функ-

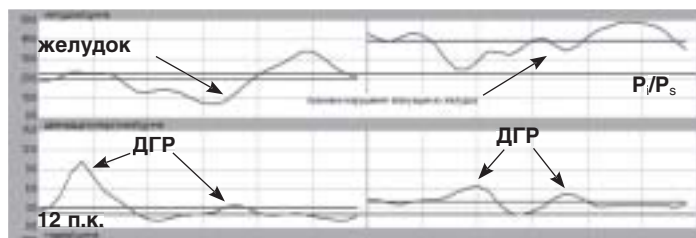


Рис. 5. ПЭГЭГ (анализ Фурье): снижение электрической активности на частотах желудка и пиковое повышение электрической активности на частотах двенадцатиперстной кишки (функциональное нарушение эвакуации из желудка и дуоденогастральный рефлюкс).

ций ЖКТ составила 98% и была достоверно выше при диагностике комбинированных нарушений МФ ($p < 0,05$).

Моторная функция верхних отделов ЖКТ при язвенной болезни имела различия у мужчин и женщин в разных возрастных группах. У женщин (96% во 2-й группе и 75,4% – в 3-й группе) язвенная болезнь чаще протекала на фоне нарушений моторики двенадцатиперстной кишки или комбинированных нарушений МФ. В группе без нарушения МФ было 137 (85,6%) мужчин. У пожилых пациентов нарушения моторно-эвакуаторной функции отмечались чаще, чем в молодом возрасте: так, у 286 (80%) из 357 больных старше 60 лет были выявлены комбинированные нарушения МФ.

Заключение

Комплексное исследование моторной функции верхних отделов ЖКТ позволяет выявить нарушения МФ желудка и двенадцатиперстной кишки у 70,3% пациентов с язвенной болезнью. Показатели электрической активности желудка и двенадцатиперстной кишки, регистрируемые при ПЭГЭГ, коррелируют с клиническими данными и результатами рентгенологического обследования и отражают нарушения моторной функции желудка и двенадцатиперстной кишки. Увеличение мощности сигнала (P_i/P_s) на частотах желудка указывает на нарушение эвакуации из желудка, а увеличение $K_{\text{ритм}}$ – на мощные пропульсивные сокращения желудка при пищевой нагрузке, что позволяет определить различную степень стеноза выходного отдела желудка. Изменения электрической активности (P_i/P_s) и коэффициента ритмичности на частотах двенадцатиперстной кишки позволяют диагностировать дискинезии двенадцатиперстной кишки по одному из вариантов, а пиковые повышения показателей P_i/P_s и $K_{\text{ритм}}$ на частотах двенадцатиперстной кишки при снижении этих показателей на частотах желудка указывают на нарушение периодичности сокращений желудка и двенадцатиперстной кишки и появление дуоденогастрального рефлюкса.

Таким образом, метод ПЭГЭГ позволяет получить объективную информацию о моторной и эвакуаторной функциях верхних отделов ЖКТ, наряду с традиционными методами обследования выявлять нарушения моторики желудка и двенадцатиперстной кишки, такие как стеноз выходного отдела желудка, хроническая дуоденальная непроходимость. При выявлении функциональной патологии и дуоденогастрального рефлюкса чувствительность метода ПЭГЭГ в 3,5 раза выше стандартного клинко-рентгенологического обследования. Методика неинвазивна, не имеет противопоказаний,

хорошо переносится всеми больными и может быть использована в повседневной клинической практике врачами различных специальностей.

Литература

1. Чернякевич С.А. Моторная функция желудка и двенадцатиперстной кишки при дуоденальной язве и ее осложнениях // РМЖ. – 1995. – №4. – С.55–60.
2. Hasler W.L. Disorders of gastric emptying. Textbook of gastroenterology. – 2002. – С.1341–1369.
3. Чурин Б.В. Пищеварительная моторика желудка и тонкой кишки у больных язвенной болезнью // Клин. мед. – 1996. – Т.74. – №6. – С.23–27.
4. Бачев И.И. Современные методы исследования моторной деятельности пищеварительного тракта // Хирургия. – 1978. – №8. – С.125–128.
5. Собакин М.А. Физические поля желудка. – Новосибирск: Наука, 1978. – С.6–20.
6. Закиров Д.Б. Оценка моторно-эвакуаторной функции органов ЖКТ у хирургических больных: Автореф. дис... к.м.н. – М., 1994. – 21 с.
7. Ребров В.Г. Диагностическое значение электрогастрографии при заболеваниях гастродуоденальной системы: Автореф. дис... к.м.н. – М., 1975. – 18 с.
8. Васильев В.А., Попова Т.С., Тропская Н.С. Оценка двигательной активности органов желудочно-кишечного тракта // Рос. журн. гастроэнтерол., гепатол., колопрокт. – 1995. – №4. – С.48–54.
9. Нотова О.Л. Оценка моторной деятельности желудка по данным периферической полиэлектрографии: Автореф. дис... к.м.н. – М., 1987. – 22 с.
10. Нугаева Н.Р., Ленкова Н.А., Игнатова В.Б., Фельдштейн И.В., Ворновицкий Е.Г. Электрогастрография в диагностике язвенного пилородуоденального стеноза // Клин. мед. – 1998. – Т.76. – №8. – С.30–32.
11. Эттингер А.П. Основы регуляции электрической и двигательной активности желудочно-кишечного тракта // Рос. журн. гастроэнтерол., гепатол., колопрокт. – 1998. – Т.8. – №4. – С.13–17.
12. Chen J.D., McCallum R.W. Clinical application of electrogastrography // Amer. J. Gastroenterol. – 1993. – V.88. – №9. – P.1324–1336.
13. Chen J.D., Stewart W.R., McCallum R.W. Spectral analysis of episodic rhythmic variations in the catanous electrogastrogram // IEEE Trans. Biomed. Eng. – 1993. – V.40920. – P.128–135.
14. Ступин В.А. Функциональная гастроэнтерология. Инструментальные методы исследования: Пособие для врачей. – М., 2009.
15. Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: Основы теории и примеры применения // Успехи физ. наук. – 1996. – Т.166. – №11. – С.1145–1170.
16. Дьяконов В., Абраменкова И. Обработка сигналов и изображений: Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – С.38–54.

Информация об авторах:

Силуянов Сергей Викторович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии №1 лечебного факультета Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова
Адрес: 111734, Москва, ул. Вешняковская, 23
Телефон: (499) 375-9001

Богданов Андрей Евгеньевич, доктор медицинских наук, профессор кафедры госпитальной хирургии №1 лечебного факультета Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова
Адрес: 111734, Москва, ул. Вешняковская, 23
Телефон: (499) 375-1811

Джитав Ираклий Георгиевич, кандидат медицинских наук, заведующий хирургическим отделением Городской клинической больницы №36 г. Москвы
Адрес: 105187, Москва, ул. Фортунатовская, 1
Телефон: (495) 166-9820

Булгаков Сергей Александрович, ведущий научный сотрудник отдела экспериментальной хирургии НИИ ФПБИ Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова
Адрес: 117997, Москва, ул. Островитянова, 1
Телефон: (495) 434-1192