

П.М. КОСЕНКО ¹, С.А. ВАВРИНЧУК ¹, Л.К. КУЛИКОВ ²,
Е.С. ПОДВАЛЬНЫЙ ³, А.В. ПЛОТНИКОВ ⁴

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МОТОРНО-ЭВАКУАТОРНЫХ НАРУШЕНИЙ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА У ПАЦИЕНТОВ С ЯЗВЕННЫМ ПИЛОРО-ДУОДЕНАЛЬНЫМ СТЕНОЗОМ

ГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный медицинский университет», г. Хабаровск ¹,
ГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования» ²,
ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации» Воронежский филиал ³,
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет» ⁴,
Российская Федерация

Цель. Улучшить диагностику язвенного пилородуоденального стеноза путем создания математической модели моторно-эвакуаторных нарушений и автоматизированной компьютерной диагностической системы.

Материал и методы. Обследовано 57 пациентов с язвенным пилородуоденальным стенозом, разделенных по степени компенсации на 3 группы. Контрольную группу составили 28 здоровых лиц. Оценка моторики желудочно-кишечного тракта выполнялась методом периферической электрогастроэнтерографии. Математическое моделирование моторно-эвакуаторных нарушений выполнялось на основе дискриминантного анализа показателей периферической электрогастроэнтерографии.

Результаты. Установлено, что группа пациентов с субкомпенсированным пилородуоденальным язвенным стенозом является неоднородной по характеру нарушений моторики желудка с наличием переходных типов от компенсации моторики (гипермоторный тип) к декомпенсации (гипомоторный тип). На основе дискриминантного анализа показателей периферической электрогастроэнтерографии была создана математическая модель моторно-эвакуаторных нарушений желудочно-кишечного тракта у пациентов с язвенным пилородуоденальным стенозом. Для улучшения прогнозирования распределения пациентов в соответствующие группы по степени тяжести стеноза были использованы полученные нами ранее данные о возрастных особенностях показателей периферической электрогастроэнтерографии. В созданную математическую модель вошло 23 электрофизиологических показателя, из которых статистически значимыми для дифференциальной диагностики оказались 17 показателей. Это обеспечило высокую (96,2%) точность прогнозирования распределения пациентов в соответствующие группы, что позволило впервые создать компьютерную программу диагностики и определения степени компенсации пилоро-дуоденального стеноза.

Заключение. На основе математической модели прогнозирования моторно-эвакуаторных нарушений у пациентов с язвенным пилородуоденальным стенозом создана компьютерная система поддержки принятия решения определения степени компенсации пилоро-дуоденального стеноза, позволяющая проводить автоматизированный анализ данных периферической электрогастроэнтерографии.

Ключевые слова: моторика желудочно-кишечного тракта, язвенная болезнь, дуоденальный стеноз, электрогастроэнтерография, математическое моделирование, дискриминантный анализ

Objectives. To improve the diagnosis of ulcerative pyloric duodenal stenosis by creating a mathematical model of the motor-evacuation disorders and the automated computer system diagnosis.

Methods. 57 patients with ulcerative pyloric duodenal stenosis, divided according to the degree of stenosis severity into three groups have been examined. Control group consisted of 28 healthy persons. Evaluation of the gastrointestinal tract motor activity was performed using the peripheral electrogastroenterography method. Mathematical modeling of the motor-evacuation disorders was done on the basis of the discriminant analysis of the peripheral electrogastroenterography parameters.

Results. The group of patients with a subcompensated pyloric duodenal ulcerous stenosis is found out to be heterogeneous concerning the character of the disorders of gastrointestinal motility with the presence of transitional types from the motility compensation (hyperkinetic type) to decompensation (hypomotor type). The mathematical model of motor-evacuation disorders in patients with ulcerous pyloric duodenal stenosis was designed on the basis of the discriminant analysis parameters. To improve the prediction of patients' distribution into the corresponding groups according to the stenosis degree severity, our earlier data concerning the age peculiarities of the peripheral electrogastroenterography readings have been used. 23 electrophysiological parameters were included in the designed mathematical model, 17 of them were considered to be statistically important for the differential diagnostics. It provided a high (96,2%) prediction accuracy of patients' distribution in the corresponding groups permitted firstly to create a computer system diagnosis and definition of the compensation degree of the pyloric duodenal stenosis.

Conclusion. On the basis of the mathematical model of motor-evacuation disorders prediction, a computer

decision support system for determining of compensation degree of pyloric duodenal stenosis was designed, allowing performing of the automated analysis of the peripheral electrogastroenterography data.

Keywords: gastrointestinal motility, peptic ulcer, duodenal stenosis, electrogastroenterography, mathematical modeling, discriminant analysis

Novosti Khirurgii. 2014 Mar-Apr; Vol 22 (2): 224-230

Mathematical modeling of the motor-evacuation disorders of the gastrointestinal tract in patients with ulcerous pyloric duodenal stenosis

P.M. Kosenko, S.A. Vavrinchuk, L.K. Kulikov, E.S. Podvalnyj, A.V. Plotnikov

Введение

Пилородуоденальный стеноз (ПДС) является одним из наиболее частых осложнений язвенной болезни двенадцатиперстной кишки (ДПК), которое приводит к нарушениям моторно-эвакуаторной функции (МЭФ) желудка и ДПК у 10,0-56,3% пациентов с язвенной болезнью (ЯБ) [1, 2].

Традиционно используемые рентгенологический и эндоскопический методы диагностики моторно-эвакуаторных нарушений желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) при язвенном ПДС имеют ряд существенных недостатков (лучевая нагрузка, инвазивность, косвенная оценка моторики, невозможность использования в раннем послеоперационном периоде), что не позволяет их использовать для своевременной диагностики возникающих нарушений моторики желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) [1, 3, 4, 5, 6].

Наиболее информативным и доступным в клинической практике современным методом изучения моторики ЖКТ, отражающим непосредственную связь между изменениями двигательной и электрической активности его отделов, по всеобщему признанию, является периферическая электрогастроэнтерография (ПЭГЭГ), которая не инвазивна, не имеет противопоказаний и позволяет получать информацию о состоянии всех отделов ЖКТ [1, 4, 5, 6, 7].

Имеются данные о применении ПЭГЭГ как при хирургических заболеваниях, так и в терапевтической гастроэнтерологии. При этом объектом интереса исследователей являются не только отдельные нозологии, но и функциональные нарушения, такие как функциональная диспепсия, синдром раздраженного кишечника и гастроэзофагеальный рефлюкс [1, 7, 8].

Однако, несмотря на все свои преимущества, широкое внедрение ПЭГЭГ в клиническую практику сдерживается сложностью оценки большого количества взаимосвязанных электрофизиологических показателей и отсутствием возможности их автоматизированного анализа. Стандартная оценка показате-

телей ПЭГЭГ с визуальным описанием электрогастроэнтерограмм и сравнением средних значений показателей ПЭГЭГ не позволяет выявить многочисленные взаимозависимые изменения моторики отделов ЖКТ, обусловленные рефлекторным ответом на пищевую стимуляцию [1].

Одним из наиболее перспективных направлений оптимизации анализа данных ПЭГЭГ является моделирование систем и процессов путем создания математических моделей (ММ) прогнозирования, описывающих взаимосвязи между их ключевыми показателями, в том числе и моторно-эвакуаторных нарушений ЖКТ на основе статистических методов прогнозирования [9, 10].

Однако, в настоящее время этот метод еще не получил широкого распространения в клинических исследованиях. В литературе отсутствуют сведения о создании автоматизированных экспертных диагностических систем по скринингу нарушений моторики ЖКТ в автоматизированном режиме.

Цель. Улучшить диагностику язвенного ПДС путем создания математической модели моторно-эвакуаторных нарушений и автоматизированной компьютерной диагностической системы.

Материал и методы

Обследовано 57 пациентов с язвенным ПДС. Мужчин было 39 человек и женщин – 18. Средний возраст пациентов составил $50,5 \pm 19,1$ лет, средняя продолжительность язвенного анамнеза $8,2 \pm 2,1$ лет ($M \pm \sigma$).

Степень компенсации ПДС определяли по классификации Ю.М. Панцырева и А.А. Гринберга (1979) [2]. Компенсированный ПДС был диагностирован нами у 25 (43,8%) пациентов, субкомпенсированный у 24 (42,1%) и декомпенсированный у 8 (14,1%) обследованных. Контрольную группу составили 28 здоровых лиц.

Для электрофизиологической оценки состояния МЭФ желудка и кишечника использовали ПЭГЭГ, которую выполняли аппаратом «Гастроскан-ГЭМ» по стандартной методике [1, 5].

При анализе ПЭГЭГ мы оценивали:

- 1) суммарный уровень электрической активности (P_s) органов ЖКТ;
- 2) электрическую активность (ΔA) по отделам ЖКТ (P_i);
- 3) процентный вклад каждого частотного спектра в суммарный спектр (P_i/P_s) (%);
- 4) коэффициент ритмичности (Критм), который характеризует наличие и характер пропульсивных сокращений гладкомышечных структур для каждого отдела ЖКТ;
- 5) коэффициент соотношения $P_i/P_{(i+1)}$ – отношение ΔA вышележащего отдела к нижележащему.

Полученные нами результаты обследования пациентов с субкомпенсированным ПДС отличались неоднородностью изменений МЭФ желудка в этой группе пациентов, что, по-нашему мнению, связано с наличием в этой наиболее многочисленной группе пациентов переходных типов нарушения моторики желудка от компенсации к ее декомпенсации, которые не обнаруживаются стандартным методом сравнения средних показателей ПЭГЭГ [1].

Для выявления переходных типов нарушений моторики желудка у пациентов с субкомпенсированным ПДС, нами был использован кластерный анализ, в который включены 40 показателей ПЭГЭГ 24 пациентов с субкомпенсированным ПДС. Мерой сходства между объектами являлась метрика – евклидово расстояние [11].

Для математического моделирования моторно-эвакуаторных нарушений у пациентов с язвенным ПДС на основе показателей ПЭГЭГ нами был использован метод дискриминантного анализа (ДА), который проводился путем пошагового включения признаков в модель с итоговой оценкой вклада каждого показателя в долю вероятности правильной классификации [11].

Показателем информативности отобранных дискриминантных переменных и полезности применения дискриминантной функции для интерпретации межгрупповых различий мы считали процент правильно распознанных объектов с использованием вычисленных дискриминантных функций.

Оценку вклада каждого показателя в дискриминацию между группами проводили по показателю – частная лямбда Уилкса. Чем меньше было значение частичной лямбды Уилкса, тем большим был одиночный вклад соответствующей переменной в степень дискриминации [9, 10, 11].

Число правильно распознанных новых

объектов, как в целом, так и по отдельным группам, свидетельствовало о соответствии дискриминантной модели эмпирическим данным.

Математическое моделирование проводилось на основе анализа 40 переменных (20 базальных и 20 стимулированных показателей ПЭГЭГ), полученных при каждом исследовании.

ДА выполнялся методом пошагового исключения показателей из модели по критериям Tolerance и F-статистике (F для включения 1,6; F для исключения 1,5). Группирующим признаком являлась степень компенсации ПДС.

Результаты

В результате кластеризации пациентов с субкомпенсированным ПДС нами были выявлены 2 группы (рис. 1). В первую группу вошли 10 (41,6%) пациентов, которых мы соответственно выявленному характеру изменений электрофизиологических показателей обозначили как группу с гипомоторным типом ПДС, и во вторую группу – 14 (58,3%) пациентов, которых мы обозначили как группу с гипермоторным типом ПДС.

Анализ показателей ПЭГЭГ у пациентов с гипермоторным типом субкомпенсированного ПДС показал наличие у них крайней степени компенсации моторной функции желудка, что проявлялось статистически не значимым ($p > 0,05$) повышением базальной электрической активности (P_i , P_i/P_s) и перистальтической активности (Критм) желудка и кишечника со значительным их возрастанием после пищевой стимуляции ($p < 0,05$).

Показатели ПЭГЭГ у пациентов с гипомоторным типом субкомпенсированного ПДС отражали уже начальные проявления декомпенсации моторики желудка, что проявлялось повышением базального тонуса желудка и его перистальтический активности ($p < 0,05$) со снижением этих показателей после пищевой стимуляции, что по нашему мнению было обусловлено развитием недостаточности нервно-мышечного аппарата желудка и усугублением его двигательных расстройств.

На основе ДА нами была создана математическая модель моторно-эвакуаторных нарушений у пациентов с язвенным ПДС, включающая выявленные нами переходные типы нарушения моторики желудка.

В результате анализа в созданную модель вошло 15 показателей ПЭГЭГ, из которых статистически значимыми оказались 12 показателей (таблица 1).

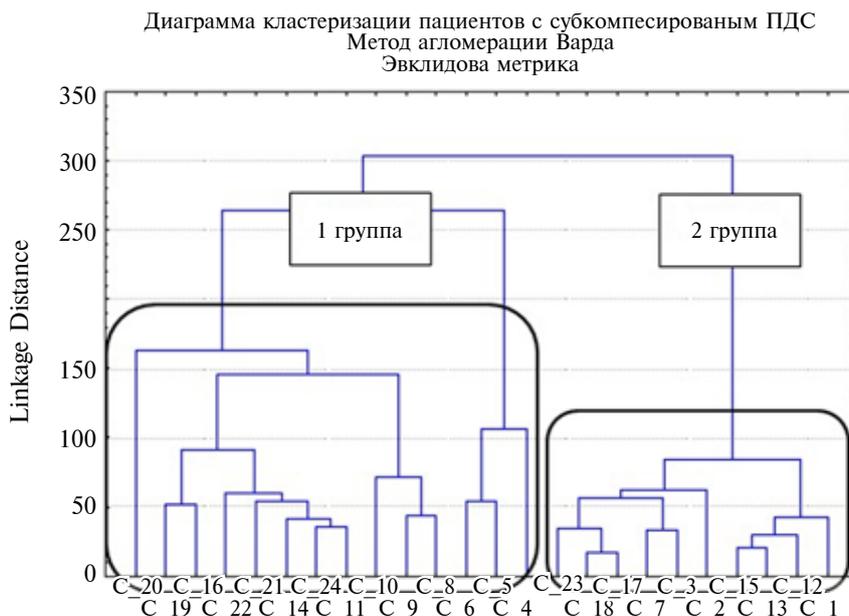


Рис. 1. Дендрограмма объединения в кластеры пациентов с субкомпенсированным ПДС

Наибольший вклад в дискриминацию между исследуемыми возрастными группами (по показателю частичной лямбды Уилкса) внес базальный показатель Критм желудка.

Использование полученных показателей для прогнозирования моторно-эвакуаторных нарушений показало достаточно высокую прогностическую эффективность (85,2%) полученной модели (рис. 2).

Ранее нами уже были выявлены возраст-

ные особенности показателей ПЭГЭГ и показана необходимость учета этих изменений [1]. В связи с этим для улучшения результатов прогнозирования в качестве контрольной группы была взята группа здоровых людей, средний возраст которых составил $63 \pm 7,25$ лет ($M \pm \sigma$). Контрольная группа (средний возраст $63 \pm 7,25$ лет) и группа сравнения (средний возраст $57,5 \pm 13,7$ лет) не имели статистически значимых различий по возрасту.

Таблица 1

Показатели ПЭГЭГ, дискриминирующие группы пациентов с ПДС

Показатели ПЭГЭГ		Показатели дискриминантного анализа				
		Лямбда Уилкса	Частичная Лямбда	F статистика (1,20)	p	Толерантность
P _s (мВ)	Базал.	0,048733	0,718624	4,796461	0,002	0,042979
	Стим.	0,054987	0,636885	6,984231	0,0001	0,075177
P _i (мВ)	Тошная кишка базал.	0,042167	0,830517	2,499844	0,054	0,139946
	Тошная кишка стим.	0,056474	0,620117	7,504323	0,00008	0,019481
	Подвздошная кишка стим.	0,044390	0,788934	3,277276	0,01	0,025521
P _i /P _s (%)	Желудок стим.	0,042522	0,823582	2,624053	0,04	0,513080
	ДПК стим.	0,046378	0,755113	3,972735	0,007	0,191915
P _i /P _(i+1)	Желудок/ДПК базал.	0,046617	0,751242	4,056331	0,006	0,085807
	ДПК/тошная кишка стим.	0,044581	0,785538	3,344399	0,01	0,298299
	Тошная/ Подвз. базал.	0,041763	0,838557	2,358430	0,066	0,697858
Критм	Желудка базал.	0,058469	0,598957	8,202235	0,00003	0,022811
	ДПК базал.	0,046981	0,745420	4,183692	0,005	0,050891
	ДПК стим.	0,042050	0,832837	2,458762	0,057	0,030605
	Подвздошная кишка стим.	0,044109	0,793961	3,178970	0,02	0,026081
	Толстая кишка базал.	0,043269	0,809369	2,885240	0,03	0,141796

Примечание: 25 Шагов, переменных в модели 15, число групп – 5. Лямбда Уилкса: 0,03502 approx. F (60,193)=4,3861; p < 0,0000.

Результаты дискриминантного анализа
Распределение пациентов на группы на основе выявления дискриминирующих признаков

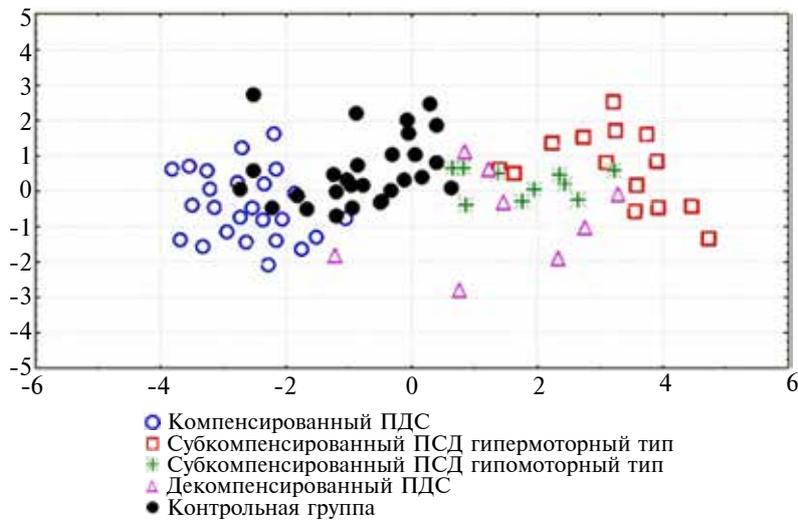


Рис. 2. Распределение пациентов ЯБ, осложненной ПДС, и контрольной группы на основании дискриминантного анализа

В результате этого было отмечено изменение в созданной математической модели. В нее вошло 23 показателя ПЭГЭГ, из которых статистически значимыми для дифференциальной диагностики оказались 17 показателей (таблица 2).
Использование в качестве группы срав-

нения нормы для пожилых людей привело к значительному улучшению прогностической эффективности созданной модели.

Общий процент правильной классификации наблюдений в соответствующие группы составил 96,2% (рис. 3).

Таблица 2

Показатели ПЭГЭГ, дискриминирующие группы пациентов с ПДС

Показатели модели		Показатели дискриминантного анализа				
		Лямбда Уилкса	Частичная лямбда	F статистика (1,20)	p	Толерантность
P _s (мВ)	Базал.	0,009984	0,562800	5,049401	0,003	0,00010
	Стим.	0,010782	0,521127	5,972963	0,001	0,00748
P _i (мВ)	Желудок базал.	0,009187	0,611597	4,127920	0,01	0,00063
	Подвздошная кишка базал.	0,011391	0,493280	6,677088	0,0007	0,00076
	Подвздошная кишка стим.	0,011234	0,500158	6,495900	0,0009	0,00555
	Толстая кишка базал.	0,010428	0,538803	5,563784	0,002	0,00041
P _i /P _s (%)	Желудок базал.	0,009611	0,584630	4,618146	0,005	0,02129
	Желудок стим.	0,007749	0,725072	2,464626	0,07	0,09847
	ДПК стим.	0,007852	0,715633	2,582869	0,06	0,04397
	Тошная кишка стим.	0,007865	0,714439	2,598049	0,051	0,01820
	Подвздошная кишка базал.	0,008328	0,674660	3,134483	0,03	0,08638
	Подвздошная кишка стим.	0,008980	0,625714	3,888136	0,01	0,03464
	Толстая кишка базал.	0,010377	0,541470	5,504353	0,002	0,01226
Критм	Желудка базал.	0,007125	0,788552	1,742954	0,1	0,00652
	Желудка стим.	0,010436	0,538402	5,572756	0,002	0,00735
	ДПК базал.	0,010723	0,523984	5,904972	0,001	0,01628
	Тошная кишка базал.	0,006926	0,811287	1,511960	0,2	0,00874
	Подвздошная кишка стим.	0,010271	0,547065	5,381590	0,002	0,00619
	Толстая кишка базал.	0,012999	0,432267	8,537013	0,0001	0,00448

Примечание: 17 Шагов, переменных в модели 23, число групп – 5. Лямбда Уилкса: 0,03502 approx. F (60,193)=4,3861; p<0,0000

Распределение пациентов на группы на основе выявления дискриминирующих признаков

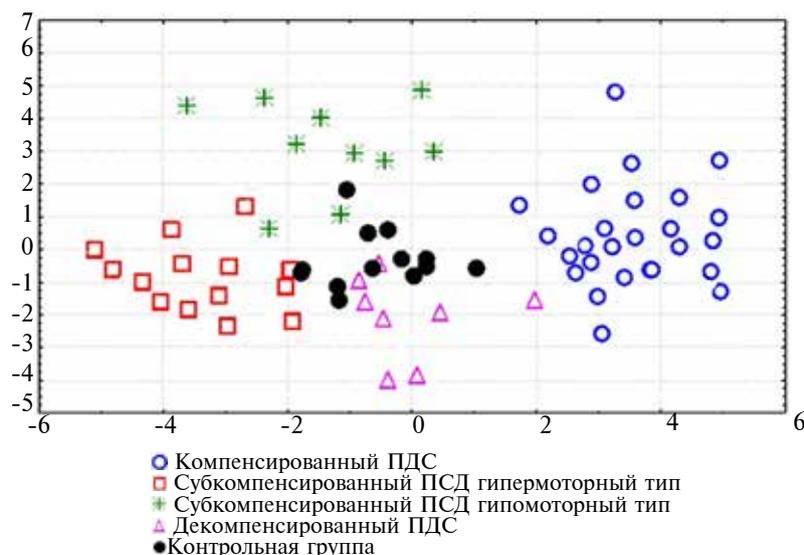


Рис. 3. Распределение пациентов ЯБ, осложненной ПДС и контрольной группы (пожилые лица) на основании дискриминантного анализа

Значения чувствительности, специфичности и точности ПЭГЭГ в диагностике ПДС на основе созданных ММ составили 96,2%, 85,7% и 96,9% соответственно.

Обсуждение

Таким образом, в основе созданной ММ моторно-эвакуаторных нарушений у пациентов с язвенным ПДС на основе ДА показателей ПЭГЭГ, лежит объективная связь моторики ЖКТ с нарушением пассажа пищи, как основного ее стимулятора.

Включение в ММ электрофизиологических показателей всех отделов ЖКТ позволяет учесть имеющиеся при этой патологии закономерности изменения их моторики, а не только изменение моторики желудка и ДПК. Использование показателей «возрастной нормы» позволяет улучшить прогностическую точность ММ. ММ моторно-эвакуаторных нарушений у пациентов с ПДС создает предпосылки к автоматизированному анализу показателей ПЭГЭГ.

На основе полученных нами данных совместно с сотрудниками кафедры автоматизированных и вычислительных систем ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет» профессором Е.С. Подвальным и аспирантом А.В. Плотниковым была создана компьютерная программа «Система поддержки принятия решения определения степени компенсации пилоро-дуоденального стеноза» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013618128).

Сотрудники данной кафедры имеют приоритет в создании компьютерных систем моделирования и индивидуального прогнозирования состояний у пациентов с различными заболеваниями.

Программа предназначена для работы в медицинских учреждениях для установки диагноза ПДС и уточнения степени его компенсации.

Программа имеет модульную структуру и включает управляющий модуль, модули дискриминантного анализа, статистической обработки, установления диагноза, визуализации, верификации модели и модуль базы данных (БД) статистики.

Программа обеспечивает пользователю следующие возможности:

1. Установление диагноза ПДС и определение степени его компенсации;
2. Учет возрастных особенностей ПЭГЭГ – дифференциация диагностики с учетом возраста обследуемого;
3. Возможность получать графики нелинейных дискриминантных функций различных параметров в их сочетании с отображением индивидуальных параметров пациента;
4. Актуализация БД обучающей и контрольных выборок для коррекции статистики.

Для установления диагноза программа использует обучающую выборку, которая представлена в виде базы данных и может быть дополнена новыми данными. Увеличение обучающей выборки повышает точность дискриминантной модели и улучшает результаты диагностики.

Заключение

Таким образом, полученные дискриминирующие показатели ПЭГЭГ и созданная на их основе ММ прогнозирования моторно-эвакуаторных нарушений у пациентов с язвенным ПДС показали свою высокую эффективность при скрининговой диагностике ПДС и определении степени компенсации, что позволило впервые осуществить автоматизированную компьютерную скрининговую диагностику ПДС и определение степени его компенсации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавринчук С. А. Системный анализ показателей периферической электрогастроэнтерографии у больных с осложненной язвенной болезнью / С. А. Вавринчук, П. М. Косенко. — Хабаровск : ИПКСЗ, 2012. — 189 с.
2. Рухляда Н. В. Диагностика и лечение язвенной болезни, осложненной стенозом / Н. В. Рухляда, В. Е. Назаров, И. А. Ермолаев. — СПб. : ДЕАН, 2006. — 240 с.
3. Yin J. Electrogastrography: methodology, validation and applications / J. Yin, J. D. Chen // J Neurogastroenterol Motil. — 2013 Jan. — Vol. 19, N 1. — P. 5–17.
4. Application of electrogastrography to public health / Y. Matsuura [et al.] Nihon Eiseigaku Zasshi. — 2011 Jan. — Vol. 66, N 1. — P. 54–63.
5. Периферическая электрогастроэнтерография в диагностике нарушений моторно-эвакуаторной функции желудочно-кишечного тракта / В. А. Ступин [и др.] // Лечащий врач. — 2005. — № 2. — С. 60–62.
6. Теоретические предпосылки и эксперименталь-

ное обоснование использования электрогастроэнтерографии / Н. С. Тропская [и др.] // Рос. журн. гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. — 2005. — Т. 15, № 5. — С. 82–88.

7. Периферическая электрогастроэнтерография в диагностике ГЭРБ : пособие для врачей / О. Б. Дронова [и др.]. — М. : ИД Медпрактика-М, 2011. — 32 с.
8. Интестинальная двигательная активность у пациентов с синдромом раздраженного кишечника / Е. И. Ткаченко [и др.] // Гастроэнтерология С.- Петерб. — 2008. — № 4. — С. 7–10.
9. Семерякова Е. Г. Математические методы в задаче медицинской диагностики / Е. Г. Семерякова, О. Г. Берестнева, Л. С. Макарова // Современ. проблемы науки и образования. — 2012. — № 6. — С. 29.
10. Вильдеман А. В. Многомерный метод индивидуального прогнозирования индекса моторики / А. В. Вильдеман, А. А. Ташкинов, В. А. Бронников // Информац. технологии и вычисл. системы. — 2010. — № 3. — С. 79–85.
11. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica / О. Ю. Реброва. — М. : Медиасфера, 2002. — 312 с.

Адрес для корреспонденции

680000, Российская Федерация,
г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, д. 35,
ГБОУ ВПО «Дальневосточный
государственный медицинский университет»,
кафедра общей и факультетской хирургии,
тел. раб.: 8 (4212)30-53-11,
e-mail: rec@mail.fesmu.ru,
Косенко Павел Михайлович

Сведения об авторах

Косенко П.М., к.м.н., доцент кафедры общей и факультетской хирургии ГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный медицинский университет», г. Хабаровск.

Вавринчук С.А., д.м.н. доцент кафедры хирургии с курсом эндоскопической и пластической хирургии ФПК и ППС ГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный медицинский университет», г. Хабаровск.
Куликов Л.К., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой хирургии ГБОУ ДПО «Иркутская государ-

ственная медицинская академия последипломного образования».

Подвальный Е.С., д.т.н., профессор, директор, ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» Воронежский филиал.

Плотников А.В., аспирант кафедры автоматизированных и вычислительных систем ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет».

Поступила 27.01.2014 г.