



УДК 616.342 – 002.44: 576.2

П.М. Косенко¹, А.И. Попов², С.А. Вавринчук¹, Г.Д. Сунозова¹

КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ЯЗВЕННОГО ПИЛОРОДУОДЕНАЛЬНОГО СТЕНОЗА

¹Дальневосточный государственный медицинский университет, 680000, ул. Муравьева-Амурского, 35, тел. 8-(4212)-30-53-11, e-mail: rec@mail.fesmu.ru, г. Хабаровск;

²Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, 163002, Набережная Северной Двины, 17, г. Архангельск

Резюме

Обследовано 57 пациентов с язвенным пилородуоденальным стенозом, разделенных по степени компенсации на 3 группы. Изучение моторики желудочно-кишечного тракта проводилось методом периферической электрогастроэнтерографии по стандартной методике.

Установлено, что группа пациентов с субкомпенсированным пилородуоденальным язвенным стенозом является неоднородной по характеру нарушений моторики желудка с наличием переходных типов от компенсации моторики желудка (гипермоторный тип) к декомпенсации (гипомоторный тип).

У пациентов с гипермоторным типом моторики желудка отмечено статистически значимое возрастание показателей электрической и перистальтической активности желудка после пищевой стимуляции. У пациентов с гипомоторным типом моторики желудка отмечено снижение этих показателей после пищевой стимуляции.

На основе дискриминантного анализа показателей периферической электрогастроэнтерографии была создана математическая модель моторно-эвакуаторных нарушений желудочно-кишечного тракта у пациентов с язвенным пилородуоденальным стенозом. Значения чувствительности, специфичности и точности созданной модели в диагностике стеноза составили 96,2 %, 85,7 % и 96,9 % соответственно.

На основе созданной математической модели разработана компьютерная система диагностики и определения степени компенсации пилородуоденального стеноза.

Созданная на основе дискриминантного анализа математическая модель прогнозирования моторно-эвакуаторных нарушений у пациентов с язвенным стенозом показала свою высокую эффективность в диагностике язвенного стеноза и определении степени его компенсации.

Ключевые слова: язвенная болезнь, дуоденальный стеноз, электрогастроэнтерография, математическое моделирование, дискриминантный анализ.

P.M. Kosenko¹, A.I. Popov², S.A. Vavrinchuk¹, G.D. Sunosova¹

COMPUTER DIAGNOSTICS OF ULCERATIVE PYLORODUODENAL STENOSIS

¹Far eastern state medical university, Khabarovsk;

²Northern (Arctic) federal university named after M.V. Lomonosov, Archangelsk

Summary

The paper presents the results of a survey of 57 patients with ulcerative pyloroduodenal stenosis, divided by the degree of compensation into 3 groups. The study of motility of the gastrointestinal tract was performed by peripheral electrogastrogram.

It was found out that the group of patients with ulcerative subcompensated pyloroduodenal stenosis is not homogeneous in character of the disorders of gastric motility with the presence of transient types of compensation motor (hyper-kinetic type) to decompensation (hypokinetic type). On the basis of discriminant analysis of peripheral electrogastrogram indicators, a mathematical model of the motility disorders was worked out.

On the basis of a mathematical model of motor-evacuation disorders a computer decision support system to determine the degree of compensation of pyloric stenosis was developed, which allows performing the automated analysis of peripheral electrogastroenterography.

Key words: peptic ulcer, gastric outlet obstruction, electrodiagnostics, electrogastroenterography, mathematical modeling, discriminant analysis.

Пилородуоденальный стеноз (ПДС) является одним из наиболее частых осложнений язвенной болезни (ЯБ) двенадцатиперстной кишки (ДПК), которое приводит к характерному для него нарушению моторно-эвакуаторной функции (МЭФ) желудка и ДПК у 10,0-56,3 % больных с ЯБ [1, 4, 5].

В настоящее время единственным доступным в клинической практике методом изучения моторики ЖКТ, способным отразить изменения моторики желудка во взаимосвязи с другими отделами ЖКТ и непосредственную связь между изменениями перистальтической и электрической активности его отделов, по всеобщему признанию, является периферическая электрогастроэнтерография (ПЭГЭГ). Она не инвазивна и не имеет противопоказаний к ее осуществлению [1, 3, 6, 7, 8].

Отличительной особенностью ПЭГЭГ от ранее используемой методики электрогастрографии (ЭГГ) является возможность одномоментного получения показателей электрофизиологической активности всех отделов ЖКТ. В стандартном протоколе исследования отражается одновременно 20 показателей ПЭГЭГ.

Традиционно оценку показателей ПЭГЭГ осуществляют путем визуального анализа графиков и сравне-

ния базальных и стимулированных значений показателей ПЭГЭГ в различных отделах ЖКТ. Подобный подход к анализу данных выявляет лишь наиболее общие изменения и не позволяет оценивать имеющиеся взаимосвязи между отделами кишечника.

Решение проблемы системного анализа показателей ПЭГЭГ у больных с язвенным ПДС мы видим в моделировании 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 [10, 11].

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

Цель исследования – совершенствование диагностики и механизма определения степени компенсации язвенного ПДС путем создания компьютерной диагностической системы на основе показателей ПЭГЭГ.

Материалы 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 мы определяли по классификации Ю.М. Панцырева и А.А. Гринберга (1979) [4]. Компенсированный ПДС нами был диагностирован 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 МЭФ желудка и кишечника использовали ПЭГЭГ, которую выполняли аппаратом «Гастроскан-ГЭМ» по стандартной методике [1, 6].

Полученные нами результаты обследования пациентов с субкомпенсированным ПДС отличались неоднородностью изменений МЭФ желудка в этой группе пациентов, что, по нашему мнению, было 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 значений 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 [12].

Результаты и обсуждение

В результате кластеризации пациентов с субкомпенсированным ПДС нами были выявлены 2 груп-

пы. 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 [12].

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 [12].

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 включения показателей в модель по критериям Tolerance и F-статистике (F для включения 1,6; F для исключения 1,5). Группирующим признаком являлась степень компенсации ПДС.

В первую группу вошли 10 (41,6 %) пациентов, которых мы соответственно выявленному характе-

ру 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 повышением базальной электрической активности (Pi, Pi/Ps) 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 начальные проявления декомпенсации моторики желудка, что проявлялось повышением базального тонуса желудка и его перистальтической активности ($p < 0,05$) со снижением этих показателей после пищевой стимуляции, что характеризовало развитие недостаточности нервно-мышечного аппарата желудка и усугубление его двигательных расстройств.

В литературе уже описаны возрастные особенности моторики ЖКТ, а также показана необходимость учета этих изменений при анализе данных ПЭГЭГ [1]. В связи с этим для улучшения результатов прогнозирования в качестве контрольной группы нами была взята группа здоровых людей, средний возраст которых составил $63 \pm 7,25$ лет ($M \pm s$). Контрольная группа (средний возраст – $63 \pm 7,25$ лет) и группа пациентов с ПДС (средний возраст – $57,5 \pm 13,7$ лет) не имели статистически значимых различий по возрасту.

В результате ДА в созданную ММ вошли 23 показателя ПЭГЭГ, из которых статистически значимыми для дифференциальной диагностики оказались 17 показателей (таблица).

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

Общий процент правильной классификации наблюдений в соответствующие группы составил 96,2 %.

Таким образом, в основе созданной ММ моторно-эвакуаторных нарушений у больных 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 позволило нам учесть имеющиеся при этой патологии закономерности изменения их моторики, а не только изменение моторики желудка и ДПК.

Математическое моделирование моторно-эвакуаторных нарушений у больных с ПДС создало предпосылки к автоматизированному анализу показателей ПЭГЭГ.

В лаборатории информатизации прикладных исследований САФУ им. М.В. Ломоносова на основе выявленных нами закономерностей и по представленным нами эталонным базам показателей ПЭГЭГ у здоровых лиц и больных с ПДС с различной степенью тяжести нарушений моторики желудка была создана

программа DiaSten (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016614008).

Таблица

Показатели ПЭГЭГ, дискриминирующие группы больных с ПДС

Показатели модели	Показатели дискриминантного анализа					
	лямбда Уилкса	частичная лямбда	F статистика (1,20)	p	толерантность	
Ps (мВ)	Базал.	0,009984	0,562800	5,049401	0,003	0,00010
	Стим.	0,010782	0,521127	5,972963	0,001	0,00748
Pi (мВ)	Желудок базал.	0,009187	0,611597	4,127920	0,01	0,00063
	Подвздошная к-ка базал.	0,011391	0,493280	6,677088	0,0007	0,00076
	Подвздошная к-ка стим.	0,011234	0,500158	6,495900	0,0009	0,00555
	Толстая к-ка базал.	0,010428	0,538803	5,563784	0,002	0,00041
Pi/Ps (%)	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 к-ка стим.	0,007865	0,714439	2,598049	0,051	0,01820
	Подвздошная к-ка базал.	0,008328	0,674660	3,134483	0,03	0,08638
	Подвздошная к-ка стим.	0,008980	0,625714	3,888136	0,01	0,03464
P(i)/P (i+1)	Толстая к-ка базал.	0,010377	0,541470	5,504353	0,002	0,01226
	ДПК/тошная базал.	0,009570	0,587121	4,570966	0,006	0,08086
	ДПК/тошная стим.	0,007193	0,781168	1,820872	0,1	0,11125
	Тошная/подвзд. стим.	0,008179	0,686963	2,961934	0,03	0,04528
Критм	Подвзд./толстая базал.	0,009546	0,588582	4,543485	0,006	0,02598
	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 к-ка базал.	0,006926	0,811287	1,511960	0,2	0,00874
	Подвздошная к-ка стим.	0,010271	0,547065	5,381590	0,002	0,00619
Толстая к-ка 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; $p < 0,0000$.

Программа DiaSten позволяет осуществлять ввод персональных данных пациента и соответствующих ему значений показателей ПЭГЭГ. На основе ДА она классифицирует показатели ПЭГЭГ и предоставляет полученные результаты в числовом и графическом виде с формированием HTML-отчета об обследовании пациентов.

Список используемых параметров и значения коэффициентов функций классификации считываются программой из CSV-файла. При обработке новых данных ПЭГЭГ пациентов с достоверным диагнозом язвенного ПДС и степенью его компенсации коэффициенты уточняются в автоматизированном режиме.

Таким образом, программа DiaSten может быть встроена в обучаемую систему диагностики в качестве модуля, задачей которого является применение

текущих знаний системы к данным конкретного обследования.

На рисунке показан пример диагностики язвенного ПДС при помощи компьютерной программы DiaSten.

Положительное решение об отнесении обследования к некоторой группе принимается, если данной группе соответствует наибольшее значение показателя классификации.

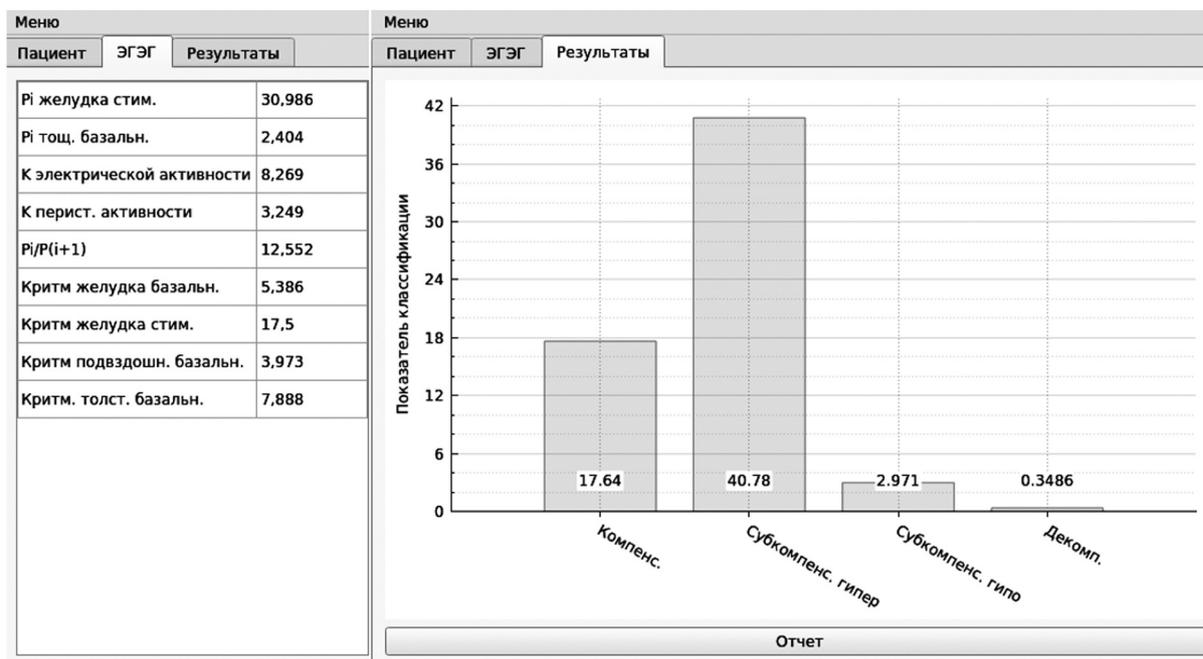


Рис. Пример использования программы DiaSten. Высоты столбцов соответствуют значениям показателей классификации для различной степени компенсации язвенного ПДС

Компьютерная программа DiaSten выполнена дополнением к аппарату «Гастроскан-ГЭМ».

Перечень включаемых в ДА признаков не является строго фиксированным, что допускает более широкое применение программы DiaSten.

Она является легковесной и кроссплатформенной. Тестирование ее проводилось на операционных системах Windows 7 и Ubuntu 14.04.

При разработке программы использовались только свободные инструменты.

Таким образом, созданная на основе ДА математическая модель прогнозирования моторно-эвакуаторных нарушений у пациентов с язвенным ПДС показала свою высокую эффективность при диагностике ПДС и определении степени его компенсации, что позволило осуществлять автоматизированную компьютерную диагностику ПДС и определение степени его компенсации.

Литература

1. Вавринчук С.А., Косенко П.М. Системный анализ показателей периферической электрогастроэнтерографии у больных с осложненной язвенной болезнью. – Хабаровск: Ред.-изд. Центр ИПКСЗ. – 2012. – 189 с.
2. Вильдеман А.В., Ташкинов А.А., Бронников В.А. Многомерный метод индивидуального прогнозирования индекса моторики // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2010. – № 3. – С. 79-85.
3. Дронова О.Б., Третьяков А.А., Каган И.И., Щетинин А.Ф. Периферическая электрогастроэнтерография в диагностике ГЭРБ: пособие для врачей. – М.: ИД «МЕДИПРАКТИКА-М», 2011. – 32 с.
4. Панцырев Ю.М., Гринберг А.А. Ваготомия при осложненных дуоденальных язвах. – М.: Медицина, 1979. – 159 с.
5. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. – М.: Медиасфера, 2002. – 312 с.
6. Рухляда Н.В., Назаров В.Е., Ермолаев И.А. Диагностика и лечение язвенной болезни, осложненной стенозом. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2006. – 240 с.
7. Семерякова Е.Г., Берестнева О.Г., Макарова Л.С. Математические методы в задачах медицинской диагностики // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 29.
8. Ступин В.А. и др. Периферическая электрогастроэнтерография в диагностике нарушений моторно-эвакуаторной функции желудочно-кишечного тракта // Лечащий врач. – 2005. – № 2. – С. 60-62.
9. Ткаченко Е.И., Авалуева Е.Б., Ситкин С.И., Жигалова Т.Н., Сказываева Е.В., Миргородская Е.В., Петренко В.В. Интестинальная двигательная активность у пациентов с синдромом раздраженного кишечника // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. – 2008. – № 4. – С. 7-10.
10. Тропская Н.С., Васильев В.А. и др. Теоретические предпосылки и экспериментальное обоснование использования электрогастроэнтерографии // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии и колопроктологии. – 2005. – № 5. – С. 82-88.

11. Matsuura Y., Yamamoto T., Takada M., Shiozawa T., Takada H. Application of electrogastrography to public health. *Nihon Eiseigaku Zasshi* (Japanese Journal of Hygiene). – 2011. Jan; Vol. 66 (1). – P. 54-63. PMID: 21358135.

12. Yin J., Chen JD. Electrogastrography: methodology, validation and applications // *J Neurogastroenterol Motil.* – 2013. Jan; Vol. 19 (1). – P. 5-17. doi: 10.5056/jnm.2013.19.1.5. Epub 2013.

Literature

1. Vavrinchuk S.A., Kosenko P.M. Systemic analysis of the peripheral electrogastroenterography indices in patients with complicated ulcer disease. – Khabarovsk, Printing and Publications Center of Khabarovsk PGIPIHW. – 2012. – 189 p.

2. Pantsyrev Yu.M., Grinberg A.A. Vagotomy in complicated duodenal ulcers. – M.: Medicine, 1979. – 159 p.

3. Rukhlyada N.V., Nazarov V.E., Ermolaev I.A. Diagnostics and treatment of ulcer, complicated by stenosis. – SPb.: Publishing House DEAN, 2006. – 240 p.

4. Stupin V.A. Peripheral electrogastroenterography in diagnostics of disorders of motor and evacuation function of gastrointestinal tract // *Attending Physician.* – 2005. – № 2. – P. 60-62.

5. Tropkaya N.S., Vasilyev V.A., Popova T.S., Ishmukhametov A.I., Azarov Ya.B., Lee L.G. Theoretical prerequisites and experimental substantiation of electrogastroenterography application // *Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology and Colorproctology.* – 2005. – № 5. – P. 82-88.

6. Dronova O.B., Tretyakov A.A., Kagan I.I., Shchetinin A.F. Peripheral electrogastroenterography in the diagnostics of GORD. A manual for doctors. – M.: PH «MEDPRAKTIKA-M», 2011. – 32 p.

7. Tkachenko E.I., Avalueva E.B., Sitkin S.I., Zhiga-

lova T.N., Skazyvaeva E.V., Mirgorodskaya E.V., Petrenko V.V. Intestinal motility in patients with irritable bowel syndrome // *St. Petersburg Gastroenterology.* – 2008. – № 4. – P. 7-10.

8. Semeryakova E.G., Berestneva O.G., Makarova L.S. Mathematical methods in the problems of medical diagnostics // *Modern problems of science and education.* – 2012. – № 6. – P. 29.

9. Wildeman A.V., Tashkinov A.A., Bronnikov V.A. Multidimensional technique of predicting motility index // *Information Technologies and Computing Systems.* – 2010. – № 3. – P. 79-85.

10. Rebrova O.Yu. Statistical analysis of medical data. The use of applied program package Statistica. – M.: Mediasphera, 2002. – 312 p.

11. Matsuura Y., Yamamoto T., Takada M., Shiozawa T., Takada H. Application of electrogastrography to public health. *Nihon Eiseigaku Zasshi* (Japanese Journal of Hygiene). – 2011. Jan; Vol. 66 (1). – P. 54-63. PMID: 21358135.

12. Yin J., Chen J.D. Electrogastrography: methodology, validation and applications // *J Neurogastroenterol Motil.* – 2013. Jan; Vol. 19 (1). – P. 5-17. doi: 10.5056/jnm.2013.19.1.5. Epub 2013.

Координаты для связи с авторами: Косенко Павел Михайлович – канд. мед. наук, доцент кафедры общей и факультетской хирургии ДВГМУ, тел. +7-962-502-52-06, e-mail: kosenko@inbox.ru; Попов Александр Игоревич – канд. технолог. наук, доцент кафедры прикладной информатики ИМИКТ САФУ им. М.В. Ломоносова, тел. +7-911-658-13-62, e-mail: aleneus@gmail.com; Вавринчук Сергей Андреевич – д-р мед. наук, профессор кафедры общей и факультетской хирургии ДВГМУ, тел. +7-914-541-66-11, e-mail: vavrinchuk2@mail.ru; Сунозова Галина Дмитриевна – ассистент кафедры общей и факультетской хирургии ДВГМУ, тел. +7-914-153-62-16, e-mail: piflk@bk.ru.



УДК 616.342-002.44:576.2

П.М. Косенко, С.А. Вавринчук, Н.И. Бояринцев, Г.Д. Сунозова

ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ СОЧЕТАННОГО РУБЦОВО-ЯЗВЕННОГО СТЕНОЗА У БОЛЬНЫХ С ПЕРФОРАТИВНОЙ ЯЗВОЙ ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ КИШКИ ПРИ ОРГАНосоХРАНЯЮЩИХ ОПЕРАЦИЯХ

Дальневосточный государственный медицинский университет, 680000, ул. Муравьева-Амурского, 35,
тел. 8-(4212)-30-53-11, e-mail: rec@mail.fesmu.ru, г. Хабаровск

Резюме

В статье представлены результаты обследования и хирургического лечения 720 больных с перфоративной язвой (ПЯ) двенадцатиперстной кишки (ДПК).

Больные были разделены на 3 группы, в первую группу вошли 513 пациентов после ушивания ПЯ ДПК; во вторую группу вошли 190 больных после изолированной дуоденопластики (ДП), в третью группу – 21 больной после ДП в сочетании с селективной проксимальной ваготомией (СПВ).