

Раздел II

КЛИНИКА И МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА. НОВЫЕ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ФОРМЫ

УДК 616.37-002-073.756.8

ОЦЕНКА АНИЗОТРОПИИ КТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ В ДИАГНОСТИКЕ ИНФИЦИРОВАННОГО ПАНКРЕОНЕКРОЗА

А.А. ЛИТВИН^{*,**}, О.Г. ЖАРИКОВ^{**}, А.А. ФИЛАТОВ^{**}, В.А. КОВАЛЕВ^{***}

^{*} Гомельский государственный медицинский университет, ул. Ланге, 5, г. Гомель, Беларусь, 246000

^{**} Гомельская областная клиническая больница, ул. Братьев Лизюковых, 5, г. Гомель, 246029

^{***} Объединенный институт проблем информатики НАН РБ, ул. Сурганова, 6, г. Минск, Беларусь, 220012

Аннотация: статья посвящена актуальной проблеме экстренной хирургии – диагностике инфицированного панкреонекроза. Разработан и проведен анализ клинической эффективности нового способа дифференциальной диагностики стерильного и инфицированного панкреонекроза – вычисления параметров анизотропии тканей на основе анализа КТ-изображений. Выделены однонаправленная, многонаправленная и изотропная анизотропии тканей. Разработана методика расчета коэффициентов анизотропии. Изучен интраоперационный материал и аспираты при тонкоигльной аспирации поджелудочной железы под контролем УЗИ с бактериологическим исследованием. Для определения пороговых значений предикторов осложнений панкреонекроза использовано построение ROC-кривых. Определены предсказуемые возможности различных изученных параметров. Разработанный способ анализа КТ-данных оказался достаточно точным для диагностики панкреатической инфекции.

Ключевые слова: острый панкреатит, инфицированный панкреонекроз, диагностика, КТ-изображения, анизотропия.

EVALUATION OF ANISOTROPIA OF CT-IMAGES FOR DIAGNOSIS OF INFECTED PANCREATIC NECROSIS

A.A. LITVIN^{*,**}, O.G. JARIKOV^{**}, A.A. PHILATOV^{**}, V.A. KOVALEV^{***}

Gomel State Medical University, 246000, Belarus, Gomel, st. Lange, 5

Gomel Regional Clinical Hospital, 246029, Belarus, Gomel, st. Lizyukova brothers, 5

United Institute of Informatics Problems NAS, 220012, Belarus, Minsk, st. Surganova 6

Abstract: The article focuses on the actual problem of emergency surgery - diagnosis of infected pancreatic necrosis. Clinical effectiveness analysis of a new method of differential diagnosis of sterile and infected pancreatic necrosis – calculation of tissue anisotropy parameters based on the analysis of CT images – was developed and carried out. Unidirectional, multidirectional and isotropic tissue anisotropy were singled out. A method for measuring the anisotropy ratio was developed. Intraoperative material and aspirates in fine-needle aspiration of pancreatic gland were studied under ultrasound guidance with a bacteriological examination. To determine the threshold values for predictors of pancreatic necrosis complications, construction of ROC- curves was used. The predictable capabilities of various parameters studied were defined. The developed method for analysing the CT data proved to be accurate enough to diagnose pancreatic infection.

Key words: acute pancreatitis, infected pancreatic necrosis, diagnosis, CT-scan, anisotrophia.

Ранняя диагностика инфицированного панкреонекроза представляет значительные трудности, диагностические ошибки при инфекционных осложнениях *тяжелого острого панкреатита* (ТОП) достигают 40% [12]. Учитывая, что панкреонекроз сопровождается развитием системной воспалительной реакции даже при отсутствии инфекции, а традиционно используемые клинико-лабораторные показатели воспаления не являются специфичными и чувствительными для диагностики панкреатической инфекции, весьма актуальным является поиск новых эффективных методов дифференциального диагноза *стерильного и инфицированного панкреонекроза* (СПН, ИПН) [8,10].

«Золотым стандартом» в диагностике панкреонекроза является *компьютерная томография* (КТ) с внутривенным

контрастированием [2,3,7,9]. Однако проведение КТ для верификации ИПН в большинстве случаев оказывается неэффективным. Достоверным и единственным признаком панкреатической инфекции по данным КТ является симптом «пузырьков газа» в парапанкреатической клетчатке, который наблюдается лишь в 20% всех пациентов с панкреатическими абсцессами и крайне редко у пациентов с инфицированным панкреонекрозом (1%) [10]. Известно, что при переходе СПН в ИПН КТ участок поджелудочной железы и парапанкреатической клетчатки, может лишь изменять свои размеры в ту или иную сторону, практически не изменяя денситометрические показатели, находящиеся в пределах 20-30 Н (среднее между плотностью воды и плотностью мягких тканей) [11]. Иными

словами, стандартный анализ и описание КТ-изображений при ориентировании на денситометрические показатели не позволяет точно дифференцировать стерильный и инфицированный панкреонекроз. Другие специфические симптомы при выполнении КТ, которые указывали бы на различие зон стерильного и инфицированного панкреонекроза, отсутствуют [10].

Одним из новых и многообещающих методов компьютерной обработки и количественного анализа медицинских изображений является метод верификации анизотропии тканей [4]. Основанием для анализа КТ-изображений с помощью вычисления анизотропии тканей послужило предположение, что при ИПН в результате секвестрации и гнойного расплавления происходит нарушение локальной структуры ткани поджелудочной железы и парапанкреатической клетчатки. Мы разработали метод анализа анизотропии КТ-изображений органов брюшной полости пациентов с ТОП с целью дифференциальной диагностики СПН и ИПН.

Цель исследования – разработать и оценить диагностические возможности нового метода компьютерного анализа КТ-изображений для верификации гнойно-септических осложнений тяжелого острого панкреатита.

Материалы и методы исследования. Дизайн исследования – ретро- и проспективное, нерандомизированное, наблюдательное, одноцентровое. Нулевая гипотеза: применение разработанного способа дифференциальной диагностики стерильного и инфицированного панкреонекроза не позволяет идентифицировать гнойно-септические осложнения ТОП на основе анализа КТ изображений. Задача исследования: разработка и оценка диагностических возможностей метода дифференциальной диагностики стерильного и инфицированного панкреонекроза.

Критерии включения: пациенты с тяжелым острым панкреатитом; возраст старше 18 лет; выполнение КТ исследования органов брюшной полости с внутривенным контрастированием на компьютерном томографе «GE LightSpeed Pro 16»; обязательная точная верификация формы панкреонекроза (СПН или ИПН) в ближайшие сутки от момента выполнения КТ (тонкоигольная аспирационная биопсия, оперативное лечение и др.); отсутствие приступов тяжелого острого панкреатита в анамнезе. **Критерии исключения:** несоответствие критериям включения; отечная форма ОП, пациенты с тяжелым острым панкреатитом, ранее оперированные по поводу инфицированного панкреонекроза в других ЛПУ г. Гомеля и Гомельской области. Конечная точка – точность диагностики гнойно-септических осложнений панкреонекроза с помощью анализа анизотропии ткани поджелудочной железы и парапанкреатической клетчатки по КТ-данным. Сроки исследования – август 2008 г. - апрель 2010 г.

Методика КТ исследования заключалась в следующем: подготовка пациента начиналась с предварительного контрастирования органов желудочно-кишечного тракта по общепринятой схеме (пероральный прием 200-250 мл 3% водорастворимого рентгеноконтрастного вещества вечером накануне исследования и такого же его количества непосредственно перед исследованием). КТ проводилась на компьютерном томографе «GE LightSpeed Pro 16» срезами 5 мм с шагом 5 мм. После получения нативных томограмм всем пациентам была выполнена дополнительная серия срезов после контрастного усиления путем внутривенного введения 40-60 мл 76% раствора урографина или «Омнипака-300».

При анализе анизотропии тканей по данным КТ-изображений выделялись следующие три основных типа ориентационного строения текстур:

1. анизотропия однонаправленная, имеющая одно достаточно явное направление ориентации;
2. анизотропия многонаправленная, имеющая несколько явно выраженных направлений ориентации без очевидного доминирования какого-либо из них;
3. изотропная, не имеющая сколь-нибудь заметного направления в пространстве.

Иллюстративные примеры изображений двумерных текстур каждого из трех перечисленных типов вместе с ориентационными гистограммами, количественно описывающими их анизотропные свойства, представлены на рис. 1 [4]. Известно, что анизотропия КТ изображений может быть количественно охарактеризована крутовой диаграммой распределения ориентации градиентов типа «розы ветров». При этом вычислительная процедура состоит в равномерном разбиении окружности на секторы одинаковых размеров и подсчете крутовой гистограммы, т.е. количества векторов градиентов, ориентация которых попадает в пределы каждого сектора (рис. 1).

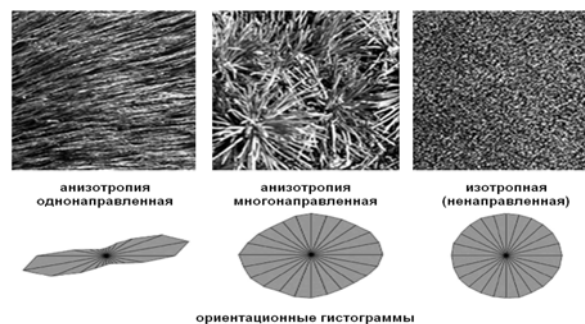


Рис. 1. Примеры двумерных изображений естественных объектов, представляющих три основных типа ориентационного строения текстур [4]

Суть методики заключается в следующем. На КТ-изображениях вычисляется градиент яркости в окрестности каждого пикселя интересующей области. Минимальный размер окрестности составляет $3 \times 3 = 9$ пикселей. Величина градиента яркости выражает степень изменения яркости (уменьшения или увеличения) в пределах рассматриваемой окрестности. На основе градиента яркости каждого пикселя области интереса КТ изображения вычисляются следующие статистические параметры градиента и параметры анизотропии:

1. *экстремальный коэффициент анизотропии*, определяемый как отношение максимального значения *ориентационной гистограммы* к минимальному (F_1);
2. *интегральный коэффициент анизотропии* (F_2), определяемый как глобальное среднее квадратичное отклонение значений частот распределения векторов градиентов по 12 возможным направлениям величиной $360/12=30$ градусов каждый (среднее значение вычисляется по всем 12 направлениям);
3. *коэффициент пространственной неоднородности анизотропии* (F_3), вычисляемый как локальное среднее квадратичное отклонение значений частот распределения векторов градиентов по тем же 12 направлениям, но измеряемое по отношению к соседним направлениям (т.е. среднее значение вычисляется только по двум соседним направлениям);

4. *зернистость текстуры* (G) – параметр, определяющий степень вариабельности яркости пикселей в пространстве и вычисляемый как среднее значение абсолютных величин локальных градиентов пикселей, участвующих в подсчёте градиентов.

В соответствии с клиническими, морфологическими и бактериологическими данными выделены 2 группы пациентов. В 1 группу включены 16 пациентов с инфицированным панкреонекрозом. 2 группу составили 23 пациента со стерильным панкреонекрозом (табл. 1). Диагноз тяжелого острого панкреатита устанавливали на основании данных анамнеза, клинической картины заболевания, лабораторного исследования, включавшего определение активности панкреатических ферментов в крови (амилаза), моче (амилаза), перитонеальном экссудате, динамики гомеостатических показателей (лейкоциты крови, лейкоцитарный индекс интоксикации, гематокрит, глюкоза, билирубин, мочевины, креатинин, общий белок, альбумин, активность аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы, лактатдегидрогеназы, содержание натрия, калия, кальция, хлора), УЗИ органов брюшной полости и забрюшинного пространства, эзофагогастродуоденоскопии, по показаниям – экстренной диагностической лапароскопии, КТ. Верификация формы панкреонекроза (СПН или ИПН) проводилась на основании бактериологического исследования перитонеального экссудата и содержимого сальниковой сумки, полученных интраоперационно во время лапароскопии или лапаротомии, а также при тонкоигольной аспирации поджелудочной железы и/или парапанкреатической клетчатки под УЗ-наведением.

Таблица 1

Характеристика групп больных

Показатель	Группы больных	
	ИПН, n=16	СПН, n=23
Возраст, годы (Me [25-75%])	49 [46-52,5]	43 [28-49]
Пол мужской/женский	14/2	16/7
ИМТ, кг/м ² (Me [25-75%])	28 [24-33]	29 [25-34]
Этиология панкреонекроза, n (%)		
- алкогольный	12 (75,0)	15 (65,2)
- билиарный	2 (12,5)	5 (21,8)
- идиопатический	2 (12,5)	3 (13,0)
Сроки выполнения КТ от начала заболевания, сутки (Me [25-75%])	19 [17-22]	15 [13-17] *
Классификация E. Balthazar (1985) [9], n (%)	C – 1 (6,3) D – 7 (43,7) E – 8 (50,0)	C – 4 (17,4) * D – 14 (60,9) E – 5 (21,7)
КТ индекс тяжести ОП (по E. Balthazar (1990)) [10], баллы (Me [25-75%])	8 [8-10]	6 [5-8] *
SAPS II при поступлении, баллы (Me [25-75%])	20 [7-30,5]	12 [7-26]

Примечание: * – достоверность различий между группами (p<0,05), ИМТ – индекс массы тела

Параметры F1, F2, F3 и G по данным КТ-изображений сравнивались в группах пациентов с инфицированным и стерильным панкреонекрозом. Точный клинический диагноз на момент выполнения КТ (СПН или ИПН) подтверждался во время последующего оперативного лечения и (или) тонкоигольной пункции парапанкреатической клетчатки. Методика анализа КТ-изображений была максимально стандартизирована. Работа с КТ-изображениями проводилась с помощью программы для просмотра DICOM изображений «Centricity DICOM viewer», version

3.1. Использовались срезы, полученные в артериальную фазу болюсного введения контрастного вещества. КТ-данные анализировались на трех поперечных «срезах» с шагом 10 мм, в каждом изображении все параметры оценивались в четырех областях – головка, тело, хвост поджелудочной железы и парапанкреатическая клетчатка (ППК) (12 оцениваемых областей КТ поджелудочной железы) (рис. 2).

Полученные данные обрабатывали с помощью программы «Statistica» версия 6.1 с применением методов вариационной статистики. Результат выражали в виде медианы и 25-75 перцентилей (Me [25-75%]). Для сравнительного анализа независимых групп использовали тест Манна-Уитни с расчетом U-критерия. Различия между сравниваемыми величинами считали достоверными при p<0,05. Корреляционный анализ проводили на основе корреляционного коэффициента Спирмена. Для анализа связи между несколькими независимыми переменными (вышеуказанными F1, F2, F3, G) и зависимой бинарной переменной (СПН или ИПН) использован метод бинарной логистической регрессии. Для определения пороговых значений предполагаемых предикторов гнойно-септических осложнений панкреонекроза применяли построение ROC-кривой и ее анализ. Построение ROC-кривых осуществляли с помощью пакета программ MedCalc, 9.2.0.1.

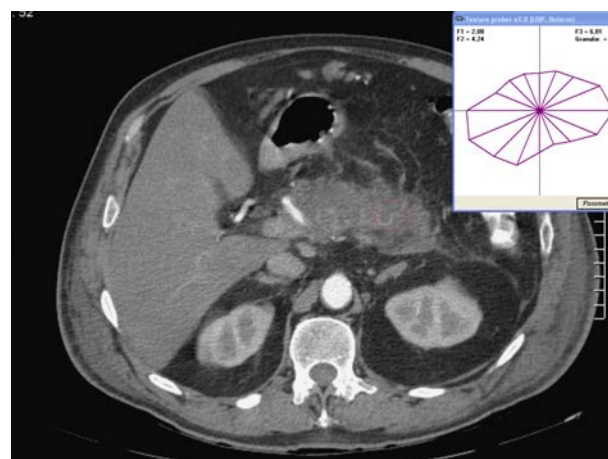


Рис.2. Методика анализа КТ-изображений с помощью программы «Texture prober v2.0»; курсор (круг) наводится на интересующую область, в окне сверху справа показаны параметры анизотропии

Результаты и их обсуждение. Выявленные нами типичные значения параметров градиента яркости и параметров анизотропии для стерильного и инфицированного панкреонекроза приведены в табл. 2. При стерильном панкреонекрозе преимущественно наблюдалась картина однонаправленной анизотропии, имеющей одно достаточно явное направление ориентации со следующими показателями - F1=2,40 [2,36-2,58], F2=4,35 [3,98-4,59], F3=7,71 [7,27-8,08], G=34,5 [27,5-43] (Me [25-75%]). Гистограмма анизотропии ткани поджелудочной железы при инфицированном панкреонекрозе преимущественно имела многонаправленный вид с несколькими явно выраженными направлениями, без очевидного доминирования какого-либо из них с показателями: F1=3,71 [3,32-4,47], F2=5,99 [5,68-6,99], F3=8,74 [8,32-10,19], G=39,5 [38-48] (Me [25-75%]).

Общие показатели F1, F2, F3, G, определяемые в 12 точках (3 поперечных среза в 4 областях – головка, тело, хвост, ППК) у пациентов с инфицированным панкреонекрозом достоверно отличались от показателей пациентов со СПН (F1 – p<0,0001; F2 – p<0,0001; F3 – p<0,0004; G – p<0,006). Необходи-

димо также отметить, что степень изменения показателей анизотропии поджелудочной железы коррелировала с формой панкреонекроза (СПН или ИПН) ($r=0,83$, $p<0,0001$; $r=0,82$, $p<0,0001$; $r=0,62$, $p=0,0002$; $r=0,50$, $p=0,001$ соответственно). Мы провели оценку предсказательной ценности показателей анизотропии и выбор их пороговых значений (порог отсечения – cut-off value) с использованием ROC-кривых. Предсказательную ценность каждого параметра оценивали по экспертной шкале значений площади под ROC-кривой (Area Under Curve – AUC). При этом выявлены «отличные» предсказательные возможности показателей F1 и F2 (AUC=0,980 и AUC=0,978), «очень хорошие» – показателя F3 (AUC=0,842), «хорошие» предсказательные возможности параметра G (AUC=0,755).

Таблица 2

Характеристика показателей анизотропии патологических участков поджелудочной железы и парапанкреатической клетчатки по данным КТ-изображений

Показатель		Группы больных		P
		ИПН, n=16	СПН, n=23	
F1, ед., Me [25-75%]	головка	3,55 [2,97-5,11]	2,36 [2,21-2,58]	$p<0,0001$
	тело	3,64 [3,06-4,09]	2,28 [2,19-2,56]	$p<0,0001$
	хвост	4,48 [3,96-4,78]	2,31 [2,20-2,58]	$p<0,0001$
	ППК	3,61 [3,41-4,59]	2,29 [2,20-2,65]	$p<0,0001$
F2, ед., Me [25-75%]	головка	6,51 [4,61-6,90]	4,16 [3,75-4,47]	$p<0,0003$
	тело	6,36 [5,00-7,09]	4,23 [3,91-4,68]	$p<0,0001$
	хвост	7,25 [7,01-7,83]	4,37 [4,05-4,97]	$p<0,0001$
	ППК	6,73 [5,39-7,54]	4,47 [4,21-4,87]	$p<0,0002$
F3, ед., Me [25-75%]	головка	9,22 [7,38-11,10]	7,06 [5,87-8,23]	$p<0,002$
	тело	9,78 [8,23-10,14]	7,06 [6,20-7,81]	$p<0,0003$
	хвост	10,95 [10,20-11,50]	7,65 [6,4-9,24]	$p<0,0001$
	ППК	8,73 [7,76-10,46]	7,22 [5,71-8,13]	$p<0,002$
G, ед., Me [25-75%]	головка	45,5 [43,5-48]	36 [33-43]	$p<0,0001$
	тело	42 [40-44]	36 [33-39]	$p<0,0004$
	хвост	40,5 [36,5-44,5]	37 [30-42]	$p=0,048$
	ППК	41,5 [38,5-44]	41 [32-44]	$p=0,58$

Для обеспечения возможности применения полученной модели в практической работе мы определили пороговые значения, при которых достигается баланс специфичности и чувствительности используемых показателей. Установлено, что оптимальным пороговым значением для параметра F1 как показателя инфицированного панкреонекроза является 3,27 ед. (87,5% чувствительность и 100% специфичность), для F2 – 4,73 ед. (чувствительность – 100%, специфичность – 97,3%), для F3 – 8,46 ед. (68,6 и 95,7% соответственно) и для G – 36 ед. (100 и 56,5% соответственно) (табл. 3). При этом в случае выявленных значений F1, F2, F3, G выше пороговых диагностируется инфицированный панкреонекроз, а при F1, F2, F3, G ниже пороговых значений правомочен диагноз «стерильный панкреонекроз».

Таблица 3

Показатели «порога отсечения» и диагностической ценности параметров анизотропии тканей поджелудочной железы и ППК

Параметры	Cut-off value (порог отсечения), ед.	Чувствительность, %	Специфичность, %	ППЦ, %	ОПЦ, %
F1	3,27	87,5	100,0	100,0	92,0
F2	4,73	100,0	97,3	88,9	100,0
F3	8,46	68,6	95,7	91,7	81,5
G	36	100,0	56,5	61,5	100,0

Примечание: ППЦ – положительная предсказательная ценность, ОПЦ – отрицательная предсказательная ценность

Нами проведен проспективный анализ эффективности разработанного способа дифференциальной диагностики инфицированного и стерильного панкреонекроза на основа-

нии анализа КТ исследований у 34 пациентов с панкреонекрозом (май 2010 – апрель 2011 г.). У всех этих пациентов диагностированы распространенные формы тяжелого острого панкреатита (крупноочаговый, субтотальный панкреонекроз) с поражением забрюшинной клетчатки. У 20 обследованных пациентов на основании анализа КТ изображений установлен стерильный панкреонекроз, у 14 – инфицированный панкреонекроз. У всех 14 пациентов с диагностированным по предлагаемой нами методике инфицированным панкреонекрозом в последующем были проведены тонкоигольные аспирационные биопсии парапанкреатической клетчатки под УЗ-наведением. По результатам бактериологического исследования биоматериала ИПН был окончательно подтвержден во всех 14 случаях и проведено хирургическое лечение.

В настоящее время известны следующие группы рентгенологических признаков, встречающиеся при остром панкреатите [1]:

1. признаки, характеризующие состояние поджелудочной железы: увеличение ее размеров; сложенность контуров; утрата четкости контуров; диффузное или очаговое снижение плотности паренхимы при нативном исследовании; диффузное или очаговое снижение накопления контрастного вещества после внутривенного контрастирования;

2. признаки, отражающие состояние клетчатки брюшной полости: уплотнение парапанкреатической клетчатки; уплотнение жировой клетчатки в других отделах брюшной полости – по ходу латеральных каналов (чаще – левого), параанефральной, в корне брыжейки тонкой и толстой кишок, в воротах селезенки, большого сальника, вокруг левого надпочечника; неоднородность инфильтрации жировой клетчатки; появление в инфильтрате пузырьков газа;

3. признаки, характеризующие состояние серозных оболочек: утолщение листков брюшины, расположенных в непосредственной близости к поджелудочной железе (сальниковая сумка); утолщение листков брюшины по ходу латеральных каналов; утолщение почечных фасций; появление свободной жидкости в брюшной полости (в том числе в области утолщенных листков брюшины); скопление жидкости, ограниченное листками брюшины; наличие плеврального выпота.

Однако достоверных признаков, позволяющих идентифицировать СПН и ИПН, на вооружении врача-рентгенолога, нет (кроме появления в инфильтрате пузырьков газа, встречающегося только в 1% наблюдений). При инфицированном панкреонекрозе наблюдается лишь изменение размеров парапанкреатического инфильтрата в ту или иную сторону, практически не изменяются денситометрические показатели [10].

В настоящее время разрабатываются новые методы компьютерной обработки и количественного анализа медицинских изображений [5,6] одним из которых является метод верификации анизотропии тканей [4]. Основанием для анализа КТ-изображений с помощью вычисления анизотропии тканей послужило предположение, что при инфицированном панкреонекрозе в результате секвестрации и гнойного расплавления происходит нарушение локальной структуры ткани поджелудочной железы и парапанкреатической клетчатки.

Мы провели оценку предсказательной ценности параметров анизотропии для дифференциальной диагностики стерильного и инфицированного панкреонекроза. При этом выявлены достаточно хорошие диагностические возможности метода («отличные» предсказательные возможности показателей F1 и F2 (AUC=0,980 и AUC=0,978), «очень хорошие» – F3 (AUC=0,842), «хорошие» предсказательные возможности

параметра G (AUC=0,755)). Нами установлены оптимальные пороговые значения параметров анизотропии для диагностики панкреатической инфекции: F1>3,27 ед. (87,5% чувствительность и 100% специфичность), F2>4,73 ед. (чувствительность – 100%, специфичность – 97,3%), F3>8,46 ед. (68,6 и 95,7% соответственно) и G>36 ед. (100 и 56,5% соответственно).

В целом наши исследования и приведенные результаты продемонстрировали, что вычисление анизотропии тканей на основе анализа КТ-изображений позволяет выявить определенные изменения, возникающие в результате нарушения локальной структуры ткани поджелудочной железы и парапанкреатической клетчатки при секвестрации, гнойном расплавлении. Данный метод анализа КТ-изображений предоставляет врачу-рентгенологу новый инструмент количественной оценки возникших изменений в поджелудочной железе путем добавления к стандартной визуализации возможностей компьютерного анализа.

Выводы. Сравнение показателей анизотропии тканей поджелудочной железы и парапанкреатической клетчатки на основе анализа КТ-изображений выявило достоверные различия в группах пациентов со стерильным и инфицированным панкреонекрозом. Метод позволяет на основе анализа КТ-изображений проводить диагностику гнойно-септических осложнений тяжелого острого панкреатита. Для более точного определения информативности предлагаемого метода необходимы дальнейшие исследования на достаточном клиническом материале.

Литература

1. Абламейко, С.В. Обработка оптических изображений клеточных структур в медицине / С.В. Абламейко, А.М. Недзьведь. – Минск, 2005. – 155 с.
2. Каган, И.И. Поджелудочная железа: микрохирургическая и компьютерно-томографическая анатомия / И.И. Каган, Л.М. Железнов. – М.: Медицина, 2004. – 152 с.
3. Кармазановский, Г.Г. Компьютерная томография поджелудочной железы и органов забрюшинного пространства / Г.Г. Кармазановский, В.Д. Федоров. – М.: Паганель, 2000. – 304 с.
4. Ковалев, В.А. Анализ текстуры трехмерных медицинских изображений / В.А. Ковалев. – Минск: Белорус. наука, 2008. – 263 с.
5. Надточий, А.Г. Возможности компьютерной томографии в оценке тяжести течения и выявления осложнений острого панкреатита / А.Г. Надточий, Б.С. Брискин, Г.С. Рыбаков // Мед. визуализация. – 2001. – № 1. – С. 23–30.
6. Недзьведь, А.М. Вычисление объемных характеристик изображений компьютерной томографии / А.М. Недзьведь, А.М. Белоцерковский, С.В. Абламейко, В.В. Рязанов // Искусственный интеллект. – 2009. – № 3. – С. 582–586.
7. Acute pancreatitis: Prognostic value of CT / E.J. Balthazar [et al.] // Radiology. – 1985. – Vol. 156, № 3. – P. 767–772.

zar [et al.] // Radiology. – 1985. – Vol. 156, № 3. – P. 767–772.

8. Al Mofleh, I.A. Severe acute pancreatitis: pathogenetic aspects and prognostic factors / I.A. Al Mofleh // World J. Gastroenterol. – 2008. – Vol. 14. – № 5. – P. 675–684.
9. Balthazar, E.J. Acute pancreatitis: value of CT in establishing prognosis / E.J. Balthazar, D.L. Robinson, A.J. Megibow, J.H.C. Ranson // Radiology. – 1990. – Vol. 174. – P. 331–336.
10. Choe, K.A. Imaging in pancreatic infection / K.A. Choe // J. Hepatobiliary Pancreat. Surg. – 2003. – Vol. 10. – № 6. – P. 401–405.
11. Kim, D.H. Radiologic assessment of acute and chronic pancreatitis / D.H. Kim, P.J. Pickhardt // Surg. Clin. N. Am. – 2007. – Vol. 87. – P. 1341–1358.
12. Management of acute pancreatitis: from surgery to interventional intensive care / J. Werner [et al.] // Gut. – 2005. – Vol. 54. – P. 426–436.

References

1. Ablameyko SV, Nedz'ved' AM. Obrabotka opticheskikh izobrazheniy kletochnykh struktur v meditsine. Minsk; 2005 (Russian).
2. Kagan II, Zheleznov LM. Podzheludochnaya zheleza: mikrokhirurgicheskaya i komp'yuterno-tomograficheskaya anatomiya. Moscow: Meditsina; 2004. Russian.
3. Karmazanovskiy GG, Fedorov VD. Komp'yuternaya tomografiya podzheludochnoy zhelezy i organov zabryushinogo prostranstva. Moscow: Paganel'; 2000. Russian.
4. Kovalev VA. Analiz tekstury trekhmernykh meditsinskikh izobrazheniy. Minsk: Belorus. nauka; 2008. Russian.
5. Nadtochiy AG, Briskin BS, Rybakov GS. Vozmozhnosti komp'yuternoy tomografii v otsenke tyazhesti techeniya i vyyavleniya oslozhneniy ostrogo pankreatita. Med. vizualizatsiya. 2001;1:23-30. Russian.
6. Nedz'ved' AM, Belotserkovskiy AM, Ablameyko AM, Ryzanov VV. Vychislenie ob'emnykh kharakteristik izobrazheniy komp'yuternoy tomografii. Iskusstvennyy intellekt. 2009; 3: 582-86. Russian.
7. Balthazar EJ et al. Acute pancreatitis: Prognostic value of CT. Radiology. 1985;156(3):767-72.
8. Al Mofleh IA. Severe acute pancreatitis: pathogenetic aspects and prognostic factors. World J. Gastroenterol. 2008; 14 (5): 675-84.
9. Balthazar EJ, Robinson DL, Megibow AJ, Ranson JHC. Acute pancreatitis: value of CT in establishing prognosis. Radiology. 1990; 174: 331-36.
10. Choe KA. Imaging in pancreatic infection. J. Hepatobiliary Pancreat. Surg. 2003;10(6):401-5.
11. Kim DH, Pickhardt PJ. Radiologic assessment of acute and chronic pancreatitis. Surg. Clin. N. Am. 2007;87:1341-58.
12. Werner J et al. Management of acute pancreatitis: from surgery to interventional intensive care. Gut. 2005;54:426-36.

УДК 616.379–008.64:616.718

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПАТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ ПРИ ОСЛОЖНЕННЫХ ФОРМАХ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ АНГИОПАТИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

А. Г. ПАВЕЛКИН, А. Н. БЕЛЯЕВ

Мединститут при ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»,
ул. Большевикская, 68, г. Саранск, Республика Мордовия, 430000, тел.: (8342) 32-19-83

Аннотация. Проведено обследование 32 пациентов с гнойно-некротическими осложнениями диабетической стопы на фоне базисной терапии и 30 пациентов, в комплексную терапию которых включено энтериальное введение урокиназы