

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭЛАСТОМЕТРИИ СДВИГОВОЙ ВОЛНОЙ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ ОСТРОГО ПАНКРЕАТИТА

¹Т. П. Кабаненко*, ^{2,3}А. А. Кинзерский

¹Городская клиническая больница скорой медицинской помощи № 2, г. Омск, Россия

²Клиническая медико-санитарная часть № 9, г. Омск, Россия

³Омский государственный медицинский университет, г. Омск, Россия

Введение. Заболеваемость острым панкреатитом с каждым годом возрастает. Ранняя диагностика некротической формы острого панкреатита по-прежнему актуальна.

Цель: проанализировать возможность использования соноэластометрии сдвиговой волной для дифференциальной диагностики клиничко-морфологических форм у пациентов с острым панкреатитом.

Материалы и методы. Соноэластография сдвиговой волной (ElastPQ-pSWE) была проведена у 19 пациентов с острым отеочным панкреатитом, у 13 пациентов с острым некротическим панкреатитом. Контрольную группу составили 30 здоровых добровольцев.

Результаты. В сравнении с контрольной группой жесткость паренхимы поджелудочной железы была выше в 1,3 раза при отеочной форме ОП ($p_3=0,0013$, $p_6=0,007$, $p_8=0,0024$) и в 5,3 раза при некротической форме ОП ($p_3=3,3e-5$, $p_6=8e-07$, $p_8=7,1e-8$) и составила $5,16 \pm 1,34$ кПа и $20,55 \pm 8,39$ кПа соответственно против $3,86 \pm 1,04$ кПа.

Заключение. Ультразвуковая эластометрия позволяет получить дополнительный критерий дифференциальной диагностики клиничко-морфологических форм острого панкреатита.

Ключевые слова: острый панкреатит, эластография, ElastPQ-pSWE

*Контакт: Кабаненко Татьяна Петровна, tkabanenko@mail.ru

© Kabanenko T.P., Kinzerskiy A.A., 2021

APPLICATION OF SHEAR WAVE ELASTOGRAPHY FOR DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF CLINICAL AND MORPHOLOGICAL TYPES OF ACUTE PANCREATITIS

¹Tatyana P. Kabanenko*, ^{2,3}Aleksandr A. Kinzerskiy

¹City Clinical Emergency Hospital No. 2, Omsk, Russia

²Clinical Medical-Sanitary Unit No. 9, Omsk, Russia

³Omsk State Medical University, Omsk, Russia

Introduction. The incidence of acute pancreatitis increases every year. Early diagnosis of the necrotic type of acute pancreatitis is still relevant.

Purpose. To reveal the informativeness of Elasticity Imaging Techniques for differential diagnosis of clinical and morphological types of acute pancreatitis.

Material and methods. Shear wave sonoelastometry (ElastPQ-pSWE) was performed for 19 patients with acute edematous pancreatitis, and 13 patients with acute necrotizing pancreatitis. The control group consisted of 30 healthy volunteers.

Results. In comparison with the control group, the stiffness of the pancreatic parenchyma was 1,3 times higher in the edematous form of AP ($p_3=0,0013$, $p_6=0,007$, $p_8=0,0024$) and 5,3 times in the necrotic form of AP ($p_3=3,3e-5$, $p_6=8e-07$, $p_8=7,1e-8$) and amounted to $5,16 \pm 1,34$ kPa and $20,55 \pm 8,39$ kPa, respectively, versus $3,86 \pm 1,04$ kPa.

Conclusions. Elasticity Imaging Techniques with shear wave technology provides an additional criterion for differential diagnosis of clinical and morphological types of acute pancreatitis.

Key words: acute pancreatitis, elastography, imaging, ultrasound, ElastPQ-pSWE

*Contact: Kabanenko Tatyana Petrovna, tkabanenko@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Кабаненко Т.П., Кинзерский А.А. Возможности использования ультразвуковой эластометрии сдвиговой волной в дифференциальной диагностике клиничко-морфологических форм острого панкреатита // *Лучевая диагностика и терапия*. 2021. Т. 12, № 3. С. 63–71. <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2021-12-3-72-79>.

Conflict of interests: the author stated that there is no potential conflict of interests.

For citation: Kabanenko T.P., Kinzerskiy A.A. Application of shear wave elastography for differential diagnosis of clinical and morphological types of acute pancreatitis // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2021. Vol. 12, No. 3. P. 72–79. <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2021-12-3-72-79>.

Введение. Острый панкреатит (ОП) одно из самых распространенных и тяжелых заболеваний с непредсказуемым исходом в экстренной хирургии [1, с. 268]. ОП по-прежнему является значительной клинической проблемой, в индустриальных странах за последнее время заболеваемость острым панкреатитом увеличилась практически в 2 раза [1, с. 269; 2, с. 20; 3, с. 86; 4, с. 2; 5, с. 23; 6, с. 61; 7, с. 156]. Несмотря на достижения в совершенствовании методов диагностики, существенно улучшить результаты лечения тяжелого острого панкреатита не удается, летальность при деструктивных формах ОП остается высокой [1, с. 269; 3, с. 86]. Одна из причин, препятствующей значительному прогрессу в лечении ОП,— несвоевременное выявление некротического панкреатита [1, с. 291–294, 309]. Следует отметить, что при остром панкреатите наиболее значимым патогенетическим фактором является механическое повреждение мембран панкреоцитов под действием протоковой гипертензии [1, с. 272; 2 с. 197; 5, с. 77–80; 8, с. 12]. В результате нарушается микроциркуляция, возникает серозный отек паренхимы ПЖ, приводящий к стазу и тромбозу капиллярного русла, развивается ишемия и некроз [1, с. 272–273; 5, с. 78; 9, с. 4; 10, с. 34]. Несмотря на многообразие применяемых инструментальных методов обследования, диагностика клинко-морфологических форм ОП на ранних сроках заболевания имеет определенные трудности, так как в большинстве случаев невозможно визуализировать очаги некроза [1 с. 321; 5, с. 127; 11, с. 74]. Как правило, они начинают хорошо визуализироваться на 3–5-е сутки заболевания [12, с. 13405; 13, с. 1083; 14, с. 134–135]. Существует мнение, что идеальный маркер ОП должен обладать высокой информативностью, быть недорогим и пригодным к многократному применению, отличаться несложностью методики и безопасностью ее проведения [5, с. 137]. Современные ультразвуковые технологии широко используются в диагностике ОП, но на сегодняшний день недостаточно сообщений, посвященных определению эффективности каждой ультразвуковой технологии, не определен достаточный минимум и алгоритм применения [5, с. 149; 6, с. 61; 15, с. 80]. Использование новых технологий ультразвуковой визуализации позволяют расширить знания о морфологических процессах в ПЖ. Эластография ПЖ достаточно сложная методика для выполнения, но, несмотря на это, может использоваться для раннего выявления изменений жесткости ткани, даже тогда, когда морфологические изменения еще не очевидны и не могут быть визуализированы инструментальными методами [16, с. 172; 17, с. 3713]. Использование параметра жесткости для паренхимы ПЖ в качестве диагностического критерия ОП рассматривается в единичных публикациях зарубежных авторов, а отечественные работы практически отсутствуют [17, с. 3713; 18,

с. 2211; 19, с. 36; 20, с. 1693]. Следует отметить, что в опубликованных исследованиях метод воздействия на ткани, вызывающий их смещение и деформацию, осуществляется с помощью акустического импульса AFRI и результаты изменения жесткости представлены в виде скорости распространения сдвиговых волн в м/с. [18, с. 2211; 17, с. 3713; 19, с. 36; 20, с. 1693]. Технология ElastPQ также использует мощный акустический импульс, но результат измерения смещения и деформации тканей представлен в абсолютных показателях жесткости в кПа. Работы зарубежных или отечественных авторов, исследующих изменения жесткости при остром панкреатите с использованием технологии ElastPQ, на данный момент не представлены в периодической печати [17, с. 3718]. В ряде исследований оценивается диагностическая эффективность ElastPQ для определения степени фиброза печени, патологии почек, хроническом панкреатите [21, с. 3945; 22, с. 1; 23 с. 905]. Таким образом, применение технологии ElastPQ для ранней диагностики ОП и дифференциальной диагностики его клинко-морфологических форм представляется на сегодняшний день весьма актуальным.

Цель исследования: проанализировать возможность использования соноэластографии сдвиговой волной (ElastPQ) для дифференциальной диагностики клинко-морфологических форм у пациентов с острым панкреатитом

Материалы и методы. Исследование проводилось по системе CASP (Critical Appraisal Skills Programmer). Исследование одобрено этическим комитетом Омского государственного медицинского университета. В исследование были включены 62 человека: 30 (48%) добровольцев, не имеющих патологии со стороны поджелудочной железы и 32 (52%) пациента с клиническим диагнозом острый панкреатит. Пациенты поступили на лечение по неотложной помощи в стационар БУЗОО «ГКБСМП № 2» за период с 2015 по 2019 год. Из исследования были исключены пациенты с наличием множественных артефактов от воздухосодержащих органов и отсутствием визуализации границ поджелудочной железы в В-режиме при УЗИ; с глубиной сканирования поджелудочной железы более 5–6 см; с продолжительностью патологического процесса более 48 ч от первого болевого приступа, а также пациенты, отказавшиеся от проведения исследования. Средний возраст пациентов с острым панкреатитом составил $58,8 \pm 17,7$ года, средний возраст добровольцев — $60 \pm 15,8$ года. Ультразвуковые исследования выполнялись на аппарате «PhillipsiU 22» (Philips Medical Systems, USA), который был оснащен технологией эластометрии сдвиговой волной ElastPQ. Алгоритм обследования пациентов включал исследование поджелудочной железы с использованием В-режима и точечную соноэластометрию сдвиговой волной (point SWE). Во время

ультразвукового исследования в В-режиме оценивали форму, линейные размеры, эхогенность и структуру паренхимы ПЖ. В режиме ультразвуковой эластометрии измеряли жесткость паренхимы ПЖ в кПа. Обследование пациентов проводили в положении лежа на спине, а также в левом боковом положении на фоне спонтанного дыхания и активного вдоха и выдоха. Качество визуализации и приемы сканирования поджелудочной железы в В-режиме проводили по методике, предложенной S. Okaniwa [24, с. 40–43]. Для характеристики структуры поджелудочной железы и измерения ширины просвета вирсунгова протока использовали функцию «ZOOM» (рис. 1). Измерение показателей жестко-



Рис. 1. Визуализация поджелудочной железы в В-режиме

Fig. 1. Imaging of the pancreas in B-mode

сти выполняли согласно общепринятым рекомендациям по проведению эластометрии [16 с. 182; 19, с. 38; 25, с. 738–739]. В В-режиме определяли зону интереса и измеряли жесткость паренхимы каждого сегмента ПЖ, поставив контрольные зоны опроса (ROI) в центре головки, в средней трети тела и верхней трети хвоста ПЖ, в участках, максимально удаленных от сосудов, вдали от структурных границ ПЖ [19, с. 38; 20, с. 1694; 25, с. 743]. Измерения проводили при задержке дыхания (рис. 2).

Степень жесткости паренхимы поджелудочной железы оценивали по среднему значению жесткости, измеренному в каждом сегменте. Полученные результаты регистрировали в протокол исследования. Окончательный диагноз у всех пациентов был верифицирован при клинко-инструментальном обследовании. Верификация с помощью МСКТ с контрастным усилением йопромидом была проведена 31 (96%) пациенту на 5-е сутки, из них диагностическая лапароскопия была выполнена в 6 клинических случаях (19%). Диагностическую лапароскопию проводили в пределах 1–3 суток после проведения ультразвукового исследования. Одному пациенту МСКТ не проводилась, так как диагноз был верифицирован при диагностической лапаро-

скопии. Статистическую обработку полученных результатов выполнили с применением языка программирования R, предназначенного для статистической обработки данных и графического представления результатов статистических тестов. Расчет статистической мощности и объема выборки для сравнения групп тестом Стьюдента выполнили с помощью статистического пакета «rwtg» (табл. 2).

Выбросы были удалены методом Тьюки. Восстановление пропущенных данных выполнили связанными уравнениями с помощью статистических пакетов «mice» и «VIM». Нормальность распределения параметра жесткости в каждой группе оценили по критерию Шапиро–Уилка, а также графиками ядерной плотности и квантильными графиками с огибающими статистическими пакетами «cag» и «sm». Для параметра жесткости определили описательные статистики: среднее значение (M), медиана (Me) и среднее квадратичное отклонение (SD), стандартную ошибку среднего (SE). Референсные значения параметра жесткости для каждой группы представлены в виде $M \pm 1,96 \cdot SD$ и 2,5–97,5% перцентиль с помощью статистического пакета «pastecs». Оценку статистической значимости различий по параметру жесткости между группами провели с использованием однофакторного параметрического (ANOVA) и непараметрического дисперсионного анализа (Краскела–Уоллиса).

Равенство дисперсии между группами проверено тестом Левена, Бартлетта и Флигнера–Килина, попарно между группами — тестом Фишера. Попарное сравнение между группами выполнили тестом Стьюдента/Уэлча, Манна–Уитни и пермутационным тестом для независимых выборок с 10 000 итераций (пакет «gcompanion») с коррек-

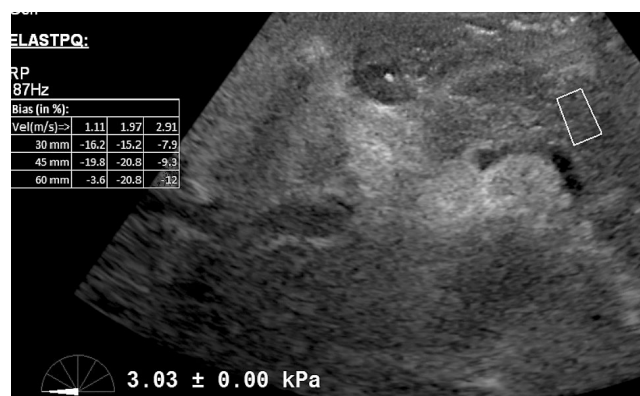


Рис. 2. Визуализация поджелудочной железы (хвост) в В-режиме и измерение показателя жесткости паренхимы

Fig. 2. Imaging of the pancreas (tail) in B-mode and measurement of the parenchyma stiffness index

цией на множественные сравнения по методу Бонферрони для каждого статистического теста. Уровень после коррекции приняли равным 0,05.

Результаты и их обсуждение. В результате ретроспективного анализа, основанного на результатах

клинико-лабораторных и инструментальных методов исследования, сформировали три группы сравнения: I группа (n=30;48%) включала добровольцев, не имеющих патологии поджелудочной железы; II группа (n=19; 31%) состояла из пациентов с клиническим диагнозом острый панкреатит отечная форма; в III группу (n=13; 21%) вошли

жесткости в группах сравнения в виде $M \pm 1,96 \cdot SD$ и 2,5–97,5% перцентиль представлены в табл. 1. Показатель жесткости во всех группах по критерию Шапиро-Уилка распределен правильно ($p > 0,05$), что было подтверждено графически при построении графика ядерной плотности и квантильного графика с огибающими (табл. 2 и рис. 3–5).

Таблица 1

Описательные статистики и референсные значения показателя жесткости в группах сравнения

Table 1

Descriptive statistics and reference values for the stiffness index in comparison groups						
Группа	M	SE	Me	SD	$M \pm 1,96 \cdot SD$	2,5–97,5%
I	3,86	0,19	3,65	1,04	1,82–5,9	1,97–5,53
II	5,16	0,31	5,0	1,34	2,53–7,78	3,2–7,42
III	20,55	2,33	19,6	8,39	4,1–36,99	10,43–34,04

пациенты с диагнозом острый панкреатит некротическая форма. Описательные статистики (Me, M, SE для M, SD) и референсные значения параметра

Для поиска различий между группами по параметру жесткости применили однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). По результатам ANOVA найдены

Таблица 2

Анализ правильности распределения показателя жесткости и равенства дисперсий в сравниваемых группах

Table 2

Analysis of the distribution correctness of stiffness index and the equality of variances in the compared groups						
Исследуемая группа	p1	p2	p3	p4	Группы	p5
I	0,35	1,8e-9**	2,2e-16**	1,6e-4**	I–II	0,21
II	0,41				I–III	2,2e-16**
III	0,17				II–III	4,3e-10**

Примечание: p1 — вероятность ошибки отклонения нулевой гипотезы при проведении теста Шапиро–Уилка, p2, p3, p4, p5 — вероятность ошибки отклонения нулевой гипотезы при проведении теста Левена, Бартлетта, Флигнера–Килина и Фишера соответственно. * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$

Note: p1 — is the probability of rejecting the null hypothesis when performing the Shapiro-Wilk test, p2, p3, p4, p5 is the probability of rejecting the null hypothesis when performing the Leuven, Bartlett, Fligner-Keelin and Fischer tests, respectively. * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$

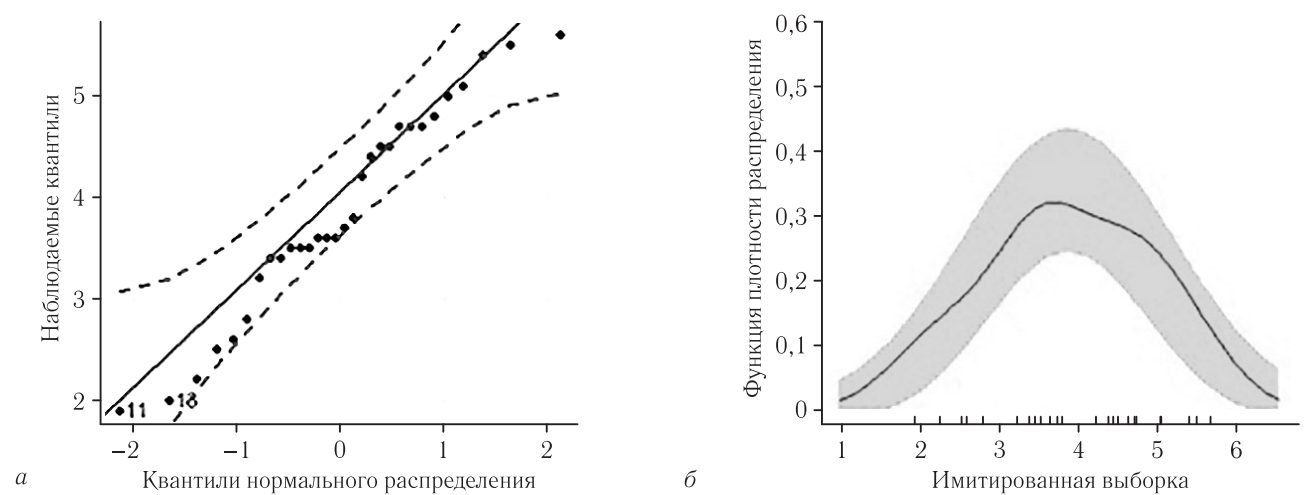


Рис. 3. Графическая оценка правильности распределения параметра жесткости в I группе: а — график квантилей с огибающими; б — график ядерной плотности. ЭР — эмпирическое распределение, НР — нормальное распределение (z-шкала), ФП — функция плотности, ИБ — имитированная бутстрепом выборка

Fig. 3. Graphical assessment of the distribution correctness of stiffness parameter in I group: а — the diagram of quintiles with envelopes; б — the diagram graph of nuclear density. ER — empirical distribution, HP — normal distribution (z-scale), FP — density function, IW — bootstrap-simulated sample

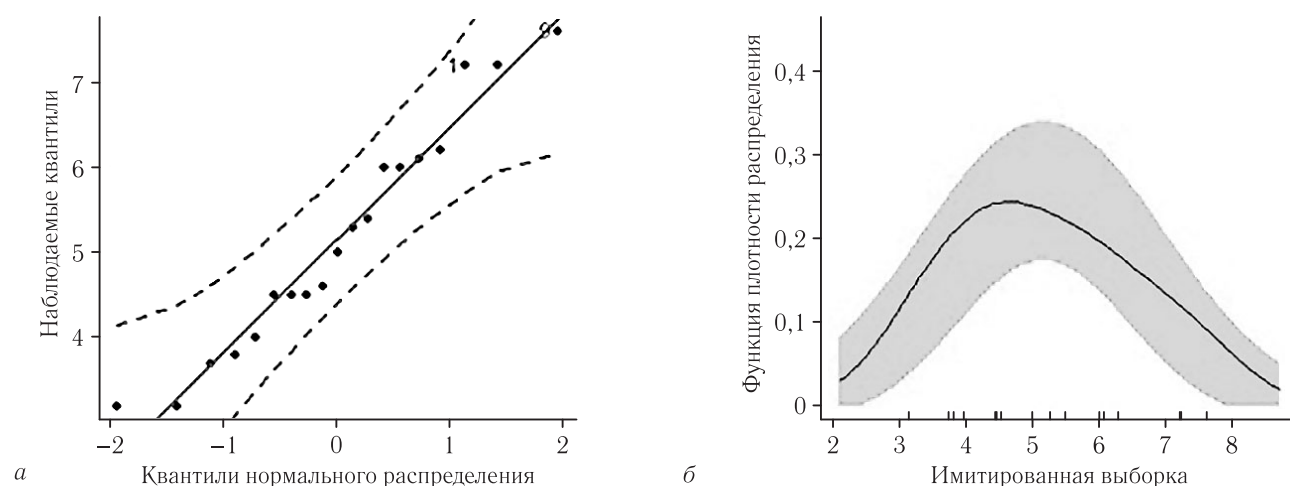


Рис. 4. Графическая оценка правильности распределения параметра жесткости во II группе: *а* — график квантилей с огибающими; *б* — график ядерной плотности. ЭР — эмпирическое распределение, НР — нормальное распределение (z-шкала), ФП — функция плотности, ИВ — имитированная бутстрепом выборка

Fig. 4. Graphical assessment of the distribution correctness of stiffness parameter in II group: *a* — the diagram of quantiles with envelopes; *b* — the diagram of nuclear density. ER — empirical distribution, HP — normal distribution (z-scale), FP — density function, IW — bootstrap-simulated sample

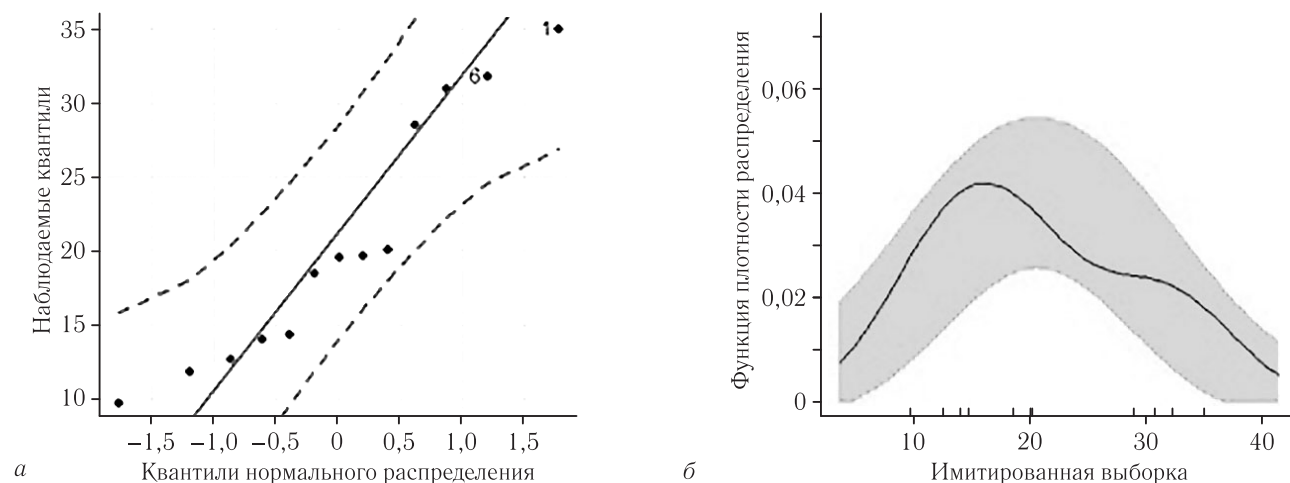


Рис. 5. Графическая оценка правильности распределения параметра жесткости в III группе: *а* — график квантилей с огибающими; *б* — график ядерной плотности. ЭР — эмпирическое распределение, НР — нормальное распределение (z-шкала), ФП — функция плотности, ИВ — имитированная бутстрепом выборка

Fig. 5. Graphical assessment of the distribution correctness of stiffness parameter in III group: *a* — the diagram of quantiles with envelopes; *b* — the diagram of nuclear density. ER — empirical distribution, HP — normal distribution (z-scale), FP — density function, IW — bootstrap-simulated sample

значимые отличия между тремя группами ($p=2e-16$). При межгрупповой проверке тестами Левена, Бартлетта и Флигнера–Килина равенство дисперсий между группами опровергнуто, но при попарной оценке групп тестом Фишера выяснили, что дисперсия равна между I и II группой, а между I и III, II и III равенства дисперсии нет (см. табл. 2). Таким образом, для попарного сравнения групп с равной дисперсией применили тест Стьюдента, для групп с неравной дисперсией — тест Стьюдента в модификации Уэлча. Коррекцию на множественные сравнения выполнили по методу Бонферрони (табл. 3).

Как видно из табл. 4, мощность исследования и объем выборок для сравнения групп тестом Стьюдента достаточны.

Параметрическими тестами доказали значимое различие между всеми исследуемыми группами по параметру жесткости (см. табл. 3). Но так как при оценке межгрупповой дисперсии обнаружили неравенство дисперсий в некоторых группах (см. табл. 2), то для проверки гипотез применили непараметрические тесты. Непараметрический дисперсионный анализ Краскела–Уоллиса, так же как и ANOVA, выявил значимые различия между группами ($p=1,4e-8$). Попарное сравнение тестом Манна–Уитни с коррекцией на множественные сравнения методом Бонферрони выявило значимые отличия по параметру жесткости между всеми группами (табл. 3 и рис. 6). Также для проверки гипотез применили непараметрический пермутационный тест

Таблица 3

Сравнение групп пациентов по параметру жесткости

Table 3

Comparison of patient groups in terms of stiffness					
Сравнение групп	Параметрические тесты				
	p1	p2	p3		
I–II	p=2e–16**	4,2e–4**	0,0013*		
I–III		1,1e–5**	3,3e–5**		
II–III		2,3e–5**	6,9e–5**		
Сравнение групп	Непараметрические тесты				
	p4	p5	p6	p7	p8
I–II	1,4e–8**	0,002*	0,007*	0,0008**	0,0024*
I–III		2,7e–7**	8e–07**	2,4e–8**	7,1e–8**
II–III		2,3e–6**	7e–06**	4,7e–6**	1,4e–5**

Примечание: p1 и p4 — вероятность ошибки отклонения нулевой гипотезы при проведении параметрического однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) и непараметрического дисперсионного анализа Крассела–Уоллиса; p2, p5, p7 — вероятность ошибки отклонения нулевой гипотезы при проведении попарного сравнения групп тестом Стьюдента/Уэлча, Манна–Уитни и пермутационным тестом без коррекции на множественные сравнения методом Бонферрони; p3, p6, p8 — то же самое, но с коррекцией. * p<0,05; ** p<0,001

Note: p1 and p4 are the probability of rejecting error the null hypothesis when performing parametric one-way analysis of variance (ANOVA) and nonparametric Kruskal-Wallis analysis of variance; p2, p5, p7 — probability of error in rejecting the null hypothesis when pairwise comparison of groups by the Student / Welch test, Mann-Whitney test and the permutation test without correction for multiple comparisons by the Bonferroni method; p3, p6, p8 — the same, but with a correction. * p<0,05; ** p<0,001

Таблица 4

Объем выборки и мощность исследования для сравнения групп тестом Стьюдента

Table 4

Группы сравнения	Необходимый объем выборки, человек	Необходимая мощность исследования, %	Фактический объем выборки, человек	Фактическая мощность исследования, %
Группа I–II	14,4	80	30–19	95
Группа I–III	3,3	80	30–13	99
Группа II–III	3,65	80	19–13	99,9

для независимых выборок с 10 000 итераций, компенсирующий относительно небольшой объем групп исследования (см. табл. 3). Данный тест подтвердил ранее полученные результаты с высокой степенью значимости (p<0,01).

В нашем исследовании были вычислены описательные статистики и референсные значения жесткости ElastPQy 30 добровольцев, не имеющих патологии со стороны поджелудочной железы, которые и составили контрольную группу (I). Среднее значение жесткости составило 3,86±0,19 (M±SE) кПа, что несколько ниже цифр, приведенных К. Arda и соавт. — 4,8±3 кПа [26, с. 533] и выше показателей Р. Поцци — 2,8±1,1 кПа [23, с. 905]. Насколько нам известно, это пока единственная опубликованная работа, исследовавшая показатели жесткости поджелудочной железы с помощью ElastPQ [23, с. 905]. В нашем исследовании были продемонстрированы статистически значимые различия по параметру жесткости между контрольной группой и группами с отечной (II) и некротической формой (III) острого панкреатита. Среднее, медиана и референсные значения показателя жесткости III группы значительно

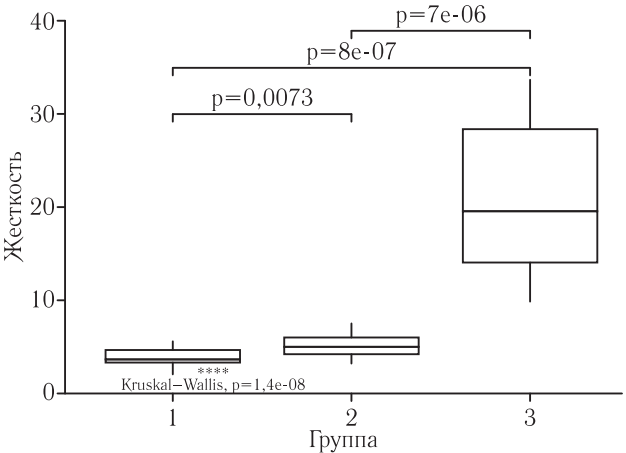


Рис. 6. Сравнение групп пациентов непараметрическим дисперсионным анализом Крассела–Уоллиса с попарным сравнением групп пациентов по параметру жесткости тестом Манна–Уитни с коррекцией на множественные сравнения методом Бонферрони

Fig. 6. Comparison of patient groups by nonparametric Kruskal–Wallis analysis of variance with pairwise comparison of patient groups in terms of rigidity by the Mann–Whitney test with correction for multiple comparisons by the Bonferroni method

превышают аналогичные значения I и II (табл. 1; рис. 4). Разница по перечисленным выше статистикам между контрольной группой и группой с отечной формой панкреатита не столь значительна. Работы зарубежных или отечественных авторов, исследующих изменения жесткости при остром панкреатите с использованием технологии ElastPQ, на данный момент не представлены в периодической печати. В источниках литературы освещена информация об измерении показателей жесткости поджелудочной железы при остром панкреатите с помощью акустического импульса AFRI. Информация противоречивая: J. Хеi и соавт. (2015) сообщают об отсутствии статистически значимой разницы показателей жесткости паренхимы ПЖ у здоровых добровольцев и пациентов с ОП [20, с. 1698]. В работах М. А. Mateen и соавт. (2012), С. Вгипо и соавт. (2016) отмечается, что при ОП скорость распространения сдвиговых волн уве-

личивается, жесткость паренхимы поджелудочной железы повышается [19, с. 36; 25, с. 743]. В нашем исследовании среднее (М) показателя жесткости паренхимы поджелудочной железы значимо увеличивается по сравнению с контрольной группой при отечной форме ОП ($p_3=0,0013$, $p_6=0,007$, $p_8=0,0024$) — в 1,3 раза и при некротической форме ОП ($p_3=3,3e-5$, $p_6=8e-07$, $p_8=7,1e-8$) — в 5,3 раза. Если сравнивать отечную и некротическую форму ОП, то при некротической жесткость увеличивается в 4 раза.

Заключение. Ультразвуковая эластометрия технологией сдвиговой волной (ElastPQ) позволяет получить дополнительный критерий дифференциальной диагностики клинико-морфологических форм ОП. Полученные референсные значения показателей жесткости паренхимы ПЖ могут быть использованы для ранней диагностики как отечной, так и, особенно, некротической формы острого панкреатита.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Ермолов А.С. Диагностика и лечение острых хирургических заболеваний органов брюшной полости. Опыт московского здравоохранения 1992–2014 гг. / под ред. А.С.Ермолова. М.: Видар-М, 2015. 640 с. [Ermolov A.S. Diagnostic and treatment of acute surgical diseases of the abdominal organs. The experience of Moscow health care 1992–2014 / edited by A.S.Ermolov. Moscow: Publishing house Vidar-M, 2015. 640 p. (In Russ.).]
- Клиническая хирургия: национальное руководство в 3 т. / под ред. В.С.Савельева, А.Н.Киренко. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2009. Т. II. 832 с. (серия «Национальные руководства»). [Clinical surgery: national guidelines in 3 volumes / edited by V.S.Savelyev, A.N.Kirenko. Moscow: Publishing house GEOTAR-Media, 2009. Vol. II. 832 p. (National Guidelines series) (In Russ.).]
- Багненко С.Ф., Гольцов И.Р., Савело В.Е., Вашетко Р.В. Классификация острого панкреатита: современное состояние проблемы // Вестник хирургии им. И.И.Грекова. 2015. № 5 (174). С. 86–92. [Bagnenko S.F., Gol'tsov V.P., Savello V.E., Vashetko R.V. Classification of acute pancreatitis: current state of the issue. *Bulletin of Surgery named after I.I.Grekov*, 2015, No. 5 (174), pp. 86–92 (In Russ.).]
- Pieńkowska J., Gwoździwicz K., Skrobisz-Balandowska K., Marek I., Kostro J., Szurawska E., Studniarek M. Perfusion-CT-Can We Predict Acute Pancreatitis Outcome within the First 24 Hours from the Onset of Symptoms? // *PLoS One*. 2016. Vol. 11, No. 1. e0146965. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146965>.
- Ермолов А.С. и др. Диагностика и лечение острого панкреатита: монография. Москва: Видар-М, 2013. 384 с. [Ermolov A.S., Ivanov P.A., Blagovestnov D.A., Grishin A.V., Andreev V.G. *Diagnosis and treatment of acute pancreatitis*. Moscow, 2013. 384 p. (In Russ.).]
- Степанова А.С., Вишневский В.А. Влияние эволюции лучевых методов диагностики на хирургическое представление о фазах и стадиях острого панкреатита // Медицинская визуализация. 2017. № 2 (21). С. 60–72 [Stepanova A.S., Vishnevsky V.A. Influence of the evolution of radiation diagnostic methods on the surgical understanding of the phases and stages of acute pancreatitis. *Medical imaging*, 2017, Vol. 2, pp. 60–72 (In Russ.). <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2017-2-60-72>.
- Portelli M., Jones C.D. Severe acute pancreatitis: pathogenesis, diagnosis and surgical management // *Hepatobiliary Pancreat. Dis. Int.* 2017. Vol. 16, No. 2. P. 155–159. [https://doi.org/10.1016/s1499-3872\(16\)60163-7](https://doi.org/10.1016/s1499-3872(16)60163-7).
- Бойко В.В., Криворучко И.А., Шевченко Р.С., Смачило Р.М., Песоцкий О.Н. Острый панкреатит: Патофизиология и лечение. Харьков: Торнадо, 2002. 288 с. [Boyko V.V., Krivoruchko I.A., Shevchenko R.S., Smachilo R.M., Pesotsky O.N. *Acute pancreatitis: Pathophysiology and treatment*. Kharkov: Tornado, 2002, 288 p. (In Russ.).]
- Зубарев А.В., Агафонов Н.П., Каленова И.В. Ультразвуковой мониторинг лечения острого панкреатита // Медицинская визуализация. 2000. С. 21–24. [Zubarev A.V., Agafonov N.P., Kalenova I.V. Follow up Ultrasonography in Treatment of Acute Pancreatitis. *Medical imaging*, 2000, pp. 21–24 (In Russ.).]
- Wu X.N. Current concept of pathogenesis of severe acute pancreatitis // *World J. Gastroenterol.* 2000. Vol. 6, No. 1. P. 32–36. <https://doi.org/10.3748/wjg.v6.i1.32>.
- Rickes S., Uhle C., Kahl S., Kolfenbach S., Monkemuller K., Effenberger O., Malfertheiner P. Echo enhanced ultrasound: a new valid initial imaging approach for severe acute pancreatitis // *Gut*. 2006. Vol. 55, No. 1. P. 74–78. <https://doi.org/10.1136/gut.2005.070276>.
- Dhaka N., Samanta J., Kochhar S., Kalra N., Appasani S., Manrai M., Kochhar R. Pancreatic fluid collections: What is the ideal imaging technique? // *World J. Gastroenterol.* 2015. Vol. 21, No. 48. P. 13403–13410. <https://doi.org/10.3748/wjg.v21.i48.13403>.
- Kothari S., Kalinowski M., Kobeszko M., Almouradi T. Computed tomography scan imaging in diagnosing acute uncomplicated pancreatitis: Usefulness vs cost // *World J. Gastroenterol.* 2019. Vol. 25, No. 9. P. 1080–1087. <https://doi.org/10.3748/wjg.v25.i9.1080>.
- Türkvan A., Erden A., Türkoğlu M.A., Seçil M., Yüce G. Imagerie de la pancréatite aiguë et de ses complications. Partie 2: complications de la pancréatite aiguë // *Journal de Radiologie Diagnostique et Interventionnelle*. 2015. Vol. 96, No. 1. P. 35–43. <https://doi.org/10.1016/j.jradio.2013.12.013>.
- Shah A.P., Mourad M.M., Bramhall S.R. Acute pancreatitis: current perspectives on diagnosis and management. // *J. Inflamm. Res.* 2018. Vol. 11. P. 77–85. <https://doi.org/10.2147/JIR.S135751>.
- Bamber J., Cosgrove D., Dietrich C.F., Fromageau J., Bojunga J., Calliada F., Cantisani V., Correas J.M., D'Onofrio M., Drakonaki E.E., Fink M., Friedrich-Rust M., Gilja O.H., Havre R.F., Jenssen C., Klausner A.S., Ohlinger R., Saitou A., Schaefer F., Sporea I., Piscaglia F. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: Basic principles and technology // *Ultraschall Med.* 2013. Vol. 34, No. 2. P. 169–184. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1335205>.
- Kawada N., Tanaka S. Elastography for the pancreas: Current status and future perspective // *World J. Gastroenterol.* 2016. Vol. 22. P. 3712–3724. <https://doi.org/10.3748/wjg.v22.i14.3712>.
- Goertz R.S., Schuderer J., Strobel D., Pfeifer L., Neurath M.F., Wildner D. Acoustic radiation force impulse wave elastography (ARFI) of acute and chronic pancreatitis and pancreatic tumor // *Eur. J. Radiol.* 2016. Vol. 85. P. 2211–2216. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.10.019>.
- Mateen M.A., Muheet K.A., Mohan R.J., Rao P.N., Majaz H.M., Rao G.V., Reddy D.N. Evaluation of ultrasound based acoustic radiation force impulse (ARFI) and eSie touch sonoelastography for diagnosis of inflammatory pancreatic diseases // *JOP*. 2012. Vol. 13, No. 1. P. 36–44.
- Xie J., Zou L., Yao M., Xu G., Zhao L., Xu H., Wu R. A Preliminary Investigation of Normal Pancreas and Acute Pancreatitis Elasticity Using Virtual Touch Tissue Quantification (VTQ) Imaging // *Med. Sci. Monit.* 2015. Vol. 21. P. 1693–1699. <https://doi.org/10.12659/MSM.892239>.
- Liu Q.Y., Duan Q., Fu X.H., Fu L.Q., Xia H.W., Wan Y.L. Value of elastography point quantification in improving the diagnostic accuracy of early diabetic kidney disease // *World J. Clin. Cases*. 2019. Vol. 7, No. 23. P. 3945–3956. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v7.i23.3945>.
- Park D.W., Lee Y.J., Chang W., Park J.H., Lee K.H., Kim Y.H., Kang N.K., Chung J.W., Jang H.Y., Ahn S., Kim H., Jeong S.H., Kim J.W., Jang E.S. Diagnostic performance of a point shear wave elastography (pSWE) for hepatic fibrosis in patients with autoimmune liver disease // *PLoS One*. 2019. Vol. 14, No. 3: e0212771. Published online. 2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212771>.
- Pozzi R., Parzanese I., Baccarin A., Giunta M., Conti C.B., Cantù P., Casazza G., Tenca A., Rosa R., Gridavilla D., Casella G., Conte D.,

- Fraquelli M. Point shear-wave elastography in chronic pancreatitis: A promising tool for staging disease severity // *Pancreatology*. 2017. Vol. 17, No. 6. P. 905–910. <https://doi.org/10.1016/j.pan.2017.10.003>.
24. Okaniwa S. How Does Ultrasound Manage Pancreatic Diseases? Ultrasound Findings and Scanning Maneuvers. // *Gut Liver*. 2020. Vol. 14, No. 1. P. 37–46. <https://doi.org/10.5009/gnl18567>.
25. Bruno C., Minniti S., Buccì A., Pozzi Mucelli R. ARFI: from basic principles to clinical applications in diffuse chronic disease—a review // *Insights Imaging*. 2016. Vol. 7. P. 735–746. <https://doi.org/10.1007/s13244-016-0514-5>.
26. Arda K., Ciledag N., Aktas E., Aribas B.K., Köse K. Quantitative assessment of normal soft-tissue elasticity using shear-wave ultrasound elastography // *AJR Am. J. Roentgenol*. 2011. Vol. 97, No. 3. P. 532–536. <https://doi.org/10.2214/AJR.10.5449>.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 23.04.2021 г.

Вклад авторов:

Вклад в концепцию и план исследования — Т.П.Кабаненко. Вклад в сбор данных — Т.П.Кабаненко. Вклад в анализ данных и выводы — Т.П.Кабаненко, А.А.Кинзерский. Вклад в подготовку рукописи — Т.П.Кабаненко, А.А.Кинзерский.

Сведения об авторах:

Кабаненко Татьяна Петровна — заведующая отделением ультразвуковой и функциональной диагностики бюджетного учреждения здравоохранения Омской области «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи № 2», главный внештатный специалист по ультразвуковой диагностике Министерства здравоохранения Омской области; 644012, г. Омск, ул. Лизы Чайкиной, д. 7; e-mail: tkabanenko@mail.ru;

Кинзерский Александр Анатольевич — врач-хирург отделения хирургии бюджетного учреждения здравоохранения Омской области «Клиническая медико-санитарная часть № 9», ассистент кафедры общей хирургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 644018, г. Омск, ул. 5-я Кордная, д. 73; e-mail: kinzerskij@mail.ru.

Уважаемые коллеги!

15 декабря 2021 года состоится Международная телеконференция «**Современные стандарты анализа лучевых изображений и принципы построения заключения**». Мероприятие пройдет в он-лайн формате. Регистрация на мероприятие будет открыта в ноябре 2021 на сайте anobnisc.ru.

8.30–08.55	Подключение участников
8.55–09.00	Вступительное слово профессор <i>Т.Н.Трофимова</i> Модераторы: профессор <i>Т.Н.Трофимова</i> , д.м.н. <i>О.В.Лукина</i>
9.00–9.40	<i>Н.И.Ананьева</i> Стандартизация протоколов лучевой диагностики внутримозгового кровоизлияния
9.40–10.20	<i>Р.В.Гребенщикова, Н.И.Ананьева</i> Гиппокамп: лучевая анатомия и протокол исследования
10.20–11.00	<i>Е.Г.Бакулина, Т.Н.Трофимова</i> Этот многоликий НейроСПИД
11.00–11.40	<i>А.С.Жорина</i> Лучевая диагностика изменений внутреннего уха
11.40–12.20	<i>П.В.Гаврилов, М.Е.Макогонова</i> Принципы оценки компрессионных миелопатий
12.20–13.00	<i>П.В.Гаврилов, О.В.Лукина, В.И.Амосов, К.В.Прусакова, А.Павлова</i> Принципы оценки состояния мелких бронхов при компьютерной томографии
13.00–13.40	<i>П.С.Калинин, Н.В.Бойко</i> Стандарты КТ диагностики и стадирования рака лёгкого
13.40–14.20	<i>И.А.Гарапач, И.В.Румянцева</i> Стандарты комплексной лучевой диагностики аномалий развития почек
14.20–15.00	<i>М.В.Крупина, М.Ю.Вальков</i> Мультипараметрическая МРТ в первичной диагностике и прослеживании рака предстательной железы после дистанционной лучевой терапии
15.00–15.40	<i>Т.Н.Трофимова, М.Б.Сухова</i> Артериовенозные конфликты в андрологии. Современный взгляд на анализ результатов МСКТ
15.40–16.20	<i>Н.А.Карлова, Я.П.Зорин</i> Ошибки и трудности интерпретации рентгенограмм стоп при диагностике продольного плоскостопия
16.20–17.00	Заключение профессор <i>Т.Н.Трофимова</i>

Подробная информация:

тел.: +7 (921) 956-92-55

на сайте: anobnisc.ru