

¹Ю. Н. ОРЛОВСКИЙ, ^{2,3}А. П. ГЛЫЗДОВ, ^{2,3}С. И. ПИМАНОВ, ²А. Т. ЩАСТНЫЙ,
²И. В. САМСОНОВА, ²В. А. КЛОПОВА, ²А. В. КОРНИЛОВ

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭЛАСТОМЕТРИИ В ДИАГНОСТИКЕ ФИБРОЗА ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ПАНКРЕАТИТЕ

¹Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск, Беларусь

²Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, Витебск, Беларусь

³Витебская областная клиническая больница, Витебск, Беларусь

Цель исследования. Оценить роль ультразвуковой эластометрии (УЭ) в диагностике фиброза поджелудочной железы (ПЖ) при хроническом панкреатите (ХП).

Материал и методы. В УЗ «Витебская областная клиническая больница» с 2019 по 2021 г. у 18 пациентов с разными формами и осложнениями ХП была проведена комплексная корреляционная диагностика фиброза ПЖ с использованием УЭ, КТ ОБП и морфологического исследования интраоперационных биоптатов.

УЭ проводили УЗ-датчиком с частотой 3,5—7,0 МГц в В-режиме трансабдоминально сдвиговолновым методом в режиме Shear Wave Elastography (SWE) на аппарате «GE HEALTHCARE». Жесткость ткани оценивали на основе модуля упругости Юнга в режиме SWE по характеру распределения цветового картирования в шкале «синий — голубой — желтый — красный цвета».

Гистологическое исследование интраоперационных биоптатов осуществляли по стандартной гистологической проводке серийных срезов гематоксилином и эозином. С помощью световой микроскопии при увеличении 100, 200, 400 оценивали изменения в ткани ПЖ. Фотографирование гистопрепаратов проводили с использованием компьютерной системы анализа изображений (микроскоп Leica DM 2000 с цифровой камерой и лицензионной программой Leica Application Suite, Version 3.6.0).

Для компьютерной морфометрии использовали программный комплекс обработки изображений ImageJ 1.52р при КТ-исследовании для оценки плотности ткани по шкале Хаусфилда.

Критериями оценки фиброзной трансформации паренхимы ПЖ при КТ являлась плотность ткани ПЖ по Хаусфилду.

Результаты. При морфологическом исследовании биоптатов фиброзные изменения в ПЖ разной степени выраженности были установлены в 18 случаях.

Данные, полученные после выполнения УЭ, коррелировали с результатами морфологического исследования биоптатов. При сравнительной оценке и корреляции качественных показателей степени фиброзной трансформации паренхимы ПЖ по результатам УЗИ, КТ и морфологии установлена чувствительность УЭ 86 %, специфичность 88 %, а вероятность правильного диагноза составила 81 %.

На основании полученных результатов нами разработана классификация степени плотности (фиброза) ткани ПЖ:

- синий и голубой цвета — 0—6,2 кПа — ткань нормальной плотности;
- желтый цвет — 6,2—10,9 кПа — ткань средней степени плотности;
- красный цвет — 10,9 и более кПа — плотная ткань.

Заключение. При сравнительной оценке фиброзных изменений в паренхиме ПЖ при ХП по результатам УЗИ, КТ и морфологических исследований установлена высокая диагностическая эффективность УЭ, метод может быть использован для оценки фибротических изменений в ткани ПЖ.

Ключевые слова: хронический панкреатит, фиброз, ультразвуковая эластометрия.

Objective. To evaluate the role of EC in the diagnosis of pancreatic fibrosis in CP.

Materials and methods. In Vitebsk Regional Clinical Hospital from 2019 to 2021. in 18 patients with various forms and complications of chronic pancreatitis, a complex correlational diagnosis of pancreatic fibrosis was performed using UE, CT and morphological examination of intraoperative biopsy specimens.

UE the study was performed with an ultrasound transducer with a frequency of 3,5—7,0 MHz in the B-mode using the transabdominal shear wave method in the Shear Wave Elastography (SWE) mode on the GE HEALTHCARE apparatus. The tissue stiffness was assessed on the basis of Young's modulus of elasticity in the SWE mode according to the nature of the distribution of color mapping in the blue-cyan-yellow-red scale.

Histological examination of intraoperative biopsy specimens is carried out as follows: after fixation in 10 % neutral formalin solution and standard histological wiring, serial sections were stained with hematoxylin and eosin. After automated staining, the preparations were washed under running water, dehydrated in alcohol, and cleared in carbol-xylene and xylene. The sections were then embedded in Biomount medium and covered with a coverslip. Using light microscopy at x100, x200, x400 magnification, changes in the pancreatic tissue were assessed. Histopreparations were photographed using a computer image analysis system (a Leica DM 2000 microscope with a digital camera and the Leica Application Suite, Version 3.6.0 licensed program).

The criteria for assessing the fibrous transformation of the pancreatic parenchyma at CT were: the density of the pancreatic tissue according to Housefield.

Computer morphometry was performed using ImageJ 1.52p image processing software.

Results. During a morphological study of biopsy specimens, fibrous changes in the pancreas were identified in 18 cases.

The data obtained after performing the UE correlated with the data of the morphological examination of biopsy specimens. In a comparative assessment of qualitative indicators of the degree of fibrous transformation of the pancreatic parenchyma based on the results of ultrasound, CT and morphology, the sensitivity was 86 %, the specificity was 88 %, and the probability of a correct diagnosis was 81 %

Based on the results obtained, we have developed a classification of the degree of density (fibrosis) of pancreatic tissue:

Blue and light blue colors — 0—6,2 kPa — fabric of normal density;

Yellow color — 6,2—10,9 kPa — medium density fabric;

Red color — 10,9 kPa or more — dense fabric.

Conclusions. Thus, in a comparative assessment of fibrotic changes in the pancreatic parenchyma in CP, according to the results of ultrasound, CT and morphological studies, a high diagnostic efficiency of UE was established and can be used as a non-invasive method for assessing fibrotic changes in the pancreatic tissue.

Key words: chronic pancreatitis, fibrosis, ultrasonic elastometry.

HEALTHCARE. 2024; 2: 59—65.

USE OF ULTRASOUND ELASTOMETRY IN THE DIAGNOSIS OF PANCREATIC FIBROSIS IN CHRONIC PANCREATITIS.

Y. N. Arlouski, A. P. Glyzdou, S. I. Pimanov, A. T. Shastny, I. V. Samsonova, V. A. Klopova, A. V. Kornilov

Хронический панкреатит (ХП) — очаговое или диффузное воспаление ПЖ, сопровождающееся развитием экзокринной и эндокринной недостаточности на фоне фиброзной трансформации паренхимы. Злоупотребление алкоголем продолжает оставаться основной причиной ХП [1—3]. В настоящее время для диагностики ХП используются около 90 различных методов исследования, однако большинство из них не позволяют установить диагноз ХП на ранней стадии заболевания, что приводит к прогрессированию процесса и необходимости проведения хирургического вмешательства [1]. Изменение твердости паренхимы является ключевым фактором для диагностики и понимания тяжести ХП [4, 5].

Фиброзные изменения в поджелудочной железе (ПЖ) являются одним из ведущих патологических механизмов развития ХП. Используемые лучевые методы исследования (УЗИ, СКТ, МРТ, ЭРПХГ) демонстрируют высокую чувствительность в диагностике самих осложнений ХП, однако они отличаются недостаточной чувствительностью в определении степени фиброзной трансформации паренхимы ПЖ. Предоперационная диагностика выраженности фиброза ПЖ имеет принципиальное значение, так как операции на «мягкой» железе сопровождаются постоперационными осложнениями, среди которых острый некротизирующий панкреатит служит одной из причин высокой летальности. Ультразвуковая эластометрия (УЭ) ПЖ может быть использована как новый метод диагностики степени фиброзных изменений у пациентов с ХП [1].

М а т е р и а л и м е т о д ы

В УЗ «Витебская областная клиническая больница» с 2019 по 2021 г. у 18 пациентов с разными формами и осложнениями ХП была проведена комплексная корелляционная диагностика фиброза ПЖ с использованием УЭ, КТ и морфологического исследования интраоперационных биоптатов. Контрольная группа добровольцев составляла 8 человек, которые не имели патологии поджелудочной железы.

Все 18 пациентов поступили с разными формами осложнений ХП: вирсунголитиаз — у 14, билиарная гипертензия — у 8, киста головки ПЖ — у 7, комбинированные осложнения — у 12. Мужчин было 13, женщин — 5. Возраст пациентов составил 42 ± 6 лет. Все группы были сопоставимы по полу и возрасту.

Пациентам выполнены следующие оперативные вмешательства: операция Бегера — в 11 случаях, Бернский вариант операции Бегера — в 7 случаях.

Подготовка к УЭ являлась стандартной, как для обычного ультразвукового исследования. Исследование проводилось ультразвуковым датчиком с частотой 3,5—7,0 МГц в В-режиме трансабдоминально сдвиговолновым методом в режиме Shear Wave Elastography (SWE) на аппарате экспериментального класса, который позволяет визуализировать на мониторе УЗ-сканера цветные изображения исследуемого органа. УЗ-датчик позиционировался в эпигастральной области по срединной линии в проекции расположения ПЖ. Для точного определения интересующей зоны ПЖ на 1-м этапе выполняли скан-

нирование гепатопанкреатодуоденальной области в аксиальной и фронтальной проекциях. Исследуемая зона ПЖ должна быть достаточно большой, чтобы включать в себя интересующую зону и достаточный объем окружающей ткани для сравнения. Цветовое окно области интереса размещали под визуальным контролем. Глубина размещения окна области интереса должна находиться в 2—6 см от поверхности тела. Датчик располагали перпендикулярно поверхности тела пациента и не смещали в процессе измерения. Сравнение двух разных областей ткани в пределах зоны интереса облегчает расчет отношения деформации между фиброзно измененным и контрольным участками тканей. Для получения адекватных результатов проводили 10—12 измерений в анатомических отделах ПЖ (головка, тело, хвост) в режиме SWE с регистрацией свободного от артефактов оцениваемого фрагмента ткани ПЖ. Усредненный количественный показатель модуля упругости в кПа получали при автоматизированном вычислении УЗ-аппаратом серии 10—12 измерений. Следует фиксировать определяемые УЗ-аппаратом среднее арифметическое значение серии измерений, медиану и среднеквадратичное отклонение. Критериями оценки фиброзной трансформации паренхимы ПЖ при КТ являлась плотность ткани ПЖ по Хаусфилду.

Компьютерную морфометрию проводили с использованием программного комплекса обработки изображений ImageJ 1.52р.

После выполнения оперативного вмешательства участок резецированной ткани ПЖ, который фиксировали в 10 % растворе нейтрального формалина, и стандартной гистологической проводки серийные срезы окрашивали гематоксилином и эозином. С помощью световой микроскопии при увеличении 100, 200, 400 оценивали изменения в ткани ПЖ. Фотографирование гистопрепараторов проводили с использованием компьютерной системы анализа изображений (микроскоп Leica DM 2000 с цифровой камерой и лицензионной программой Leica Application Suite, Version 3.6.0).

Статистический анализ результатов исследования выполнен с использованием аналитического пакета «STATISTICA» (Version 10-Index, лицензия №STAФ999K347156W, StatSoft Inc, США) и «Excel». Для оценки статистической значимости между исследуемыми группами

использовали критерий Манна — Уитни. Различия признавались статистически значимыми при $p < 0,05$. Для установления диагностических критериев УЭ применяли ROC-анализ в программе MedCalc.

Результаты и обсуждение

Согласно метаанализу, проведенному в 2017 г. и рекомендациям Европейского общества гастроэнтерологов в 2016 г., основными методами диагностики ХП являются трансабдоминальное УЗИ, эндоскопическое УЗИ, КТ ОБП, ЭРПХГ. Причем, эндоскопическое УЗИ и ЭРПХГ имели самую высокую чувствительность и специфичность (81 %, 95 % и 82 %, 95 % соответственно). Трансабдоминальное УЗИ имело самую низкую чувствительность (67 %), специфичность составляла 90 %. В свою очередь специфичность КТ и МРТ достигала 75—78 %, а специфичность — 91 %, что коррелировало с данными трансабдоминального УЗИ [6]. Еще одним диагностическим методом исследования патологии ПЖ является тонкоигольная пункция (ТИП) под контролем УЗИ. Однако независимо от метода контроля, выполнение биопсии ПЖ имеет ряд тяжелых осложнений, среди которых — острый панкреатит, кровотечение, инфекция и перфорация двенадцатиперстной кишки (ДПК) [7, 8]. Авторы отмечают, что малоинвазивные методы, такие как УЭ, могут иметь значение в диагностике фиброза ПЖ при ХП, диагностическая точность которого может достигать 93,4 %, однако данный метод требует дальнейшего исследования и на сегодняшний день должен рассматриваться как взаимодополняющий [9—11]. Существуют немногочисленные исследования, касающиеся прогнозирования возникновения несостоятельности панкреодigestивного анастомоза в зависимости от плотности паренхимы, которую можно определить при проведении УЭ.

Ультрасонографическая эластометрия является относительно новым диагностическим методом измерения эластичности (твердости) ткани ПЖ [12, 13]. О полезности эластографии при заболеваниях ПЖ впервые сообщили в 2006 г. H. Uchida и соавт. опубликовали данные о диагностической значимости УЭ в диагностике ХП [9, 14, 15]. В большинстве исследований Европы и США проводилась УЭ без проведения корреляционной оценки с другими методами обследования и интраоперационными биоптатами.

У 18 пациентов, которые вошли в исследование, были выполнены УЗИ ОБП, КТ ОБП с контрастным усилением, УЭ и морфологическое исследование биоптатов ПЖ.

Критериями оценки фиброзной трансформации паренхимы ПЖ при КТ являлась плотность ткани ПЖ по Хаусфилду. Следует отметить, что индекс Хаусфилда имел повышенные значения, но данные отличались в зависимости от фазы исследования при введении контраста (рис. 1 а, б). Чувствительность метода составила 71 %. Наиболее информативными показателями были количественные признаки диаметра главного панкреатического протока с диагностической эффективностью 81 %.

При морфологическом исследовании биоптатов ПЖ фиброзные изменения установлены во всех 18 случаях. Степень выраженности фиброза при морфологическом исследовании в паренхиме ПЖ по отношению к неизмененной ткани ПЖ варьировала от 26 до 71 %. По результатам гистологического исследования были выделены 2 группы пациентов: с умеренными ($n=9$) и выраженным ($n=9$) фиброзными изме-

нениями в паренхиме ПЖ.

Всем пациентам проводили УЭ по описанной выше методике (рис. 2).

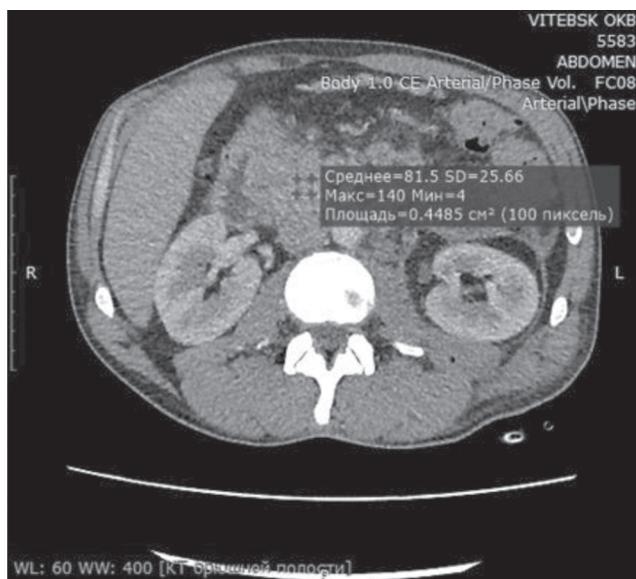
Результаты УЭ (кПа) в группах приведены в табл. 1

Таким образом, при проведении УЭ установлены статистически значимые различия между здоровыми добровольцами и каждой группой пациентов.

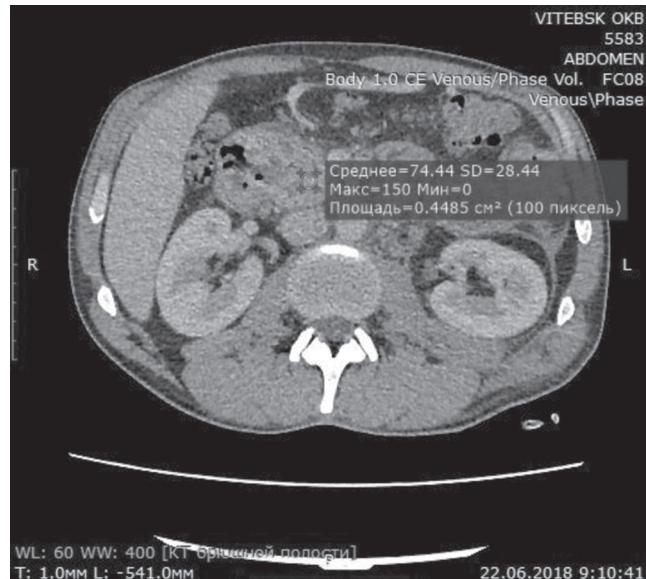
На основании полученных данных был проведен ROC-анализ показателей УЭ с определением диагностических критериев для каждой группы пациентов (табл. 2, рис. 3).

На основе полученных результатов проведения УЭ и морфологических исследований биоптатов нами разработана классификация степени фиброза по характеру жесткости паренхимы ПЖ:

- 1) ткань нормальной плотности (синий и голубой цвета) — 0—6,2 кПа;
- 2) ткань средней степени плотности (желтый цвет) — 6,2—10,9 кПа;
- 3) плотная ткань (красный цвет) — 10,9 кПа и более.



а



б

Рис. 1. Определение индекса Хаусфилда: а — в артериальную фазу; б — в венозную фазу

Таблица 1

Результаты УЭ у обследованных пациентов

Группа	M [LQ—UQ]	p
1. Здоровые ($n=8$)	4,6 [3,4—6,1]	$P_{1-2}=0,007$
2. Пациенты с умеренно выраженным фиброзом ПЖ ($N=9$)	9,72 [7,8—10,97]	$P_{2-3}=0,015$
3. Пациенты с выраженным фиброзом ПЖ ($N=9$)	19,8 [13,2—21,75]	

Parameter	Value	m1	m2	m3	m4	m5	m6	Method
B Mode Measurements								
E1	9.34 kPa	9.34						Last
E2	7.07 kPa	7.07						Last
E3	14.95 kPa	14.95						Last
E4	5.80 kPa	5.80						Last
E5	7.84 kPa	7.84						Last
E6	9.31 kPa	9.31						Last
E7	10.11 kPa	10.11						Last
E8	10.21 kPa	10.21						Last
E9	10.64 kPa	10.64						Last
E10	12.14 kPa	12.14						Last
E11	12.88 kPa	12.88						Last
E12	4.18 kPa	4.18						Last
E Mean	9.54 kPa	9.54						
E Median	9.72 kPa	9.72						
E Std	3.03 kPa	3.03						

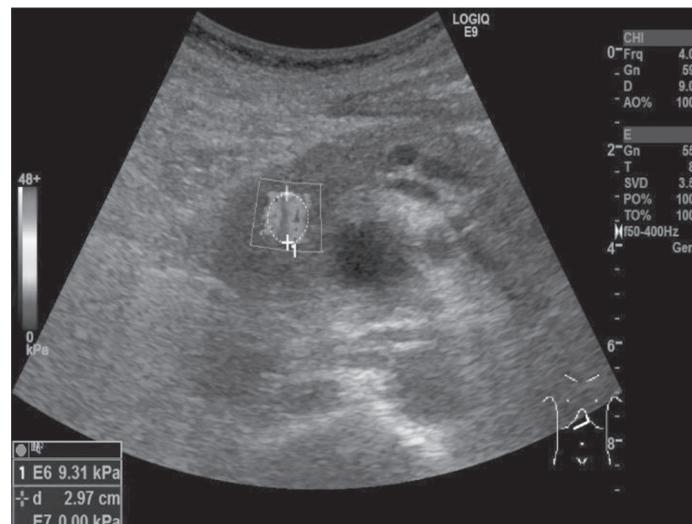


Рис. 2. Оценка жесткости ткани в головке ПЖ на основе модуля упругости Юнга в режиме SWE по характеру распределения цветового картирования в шкале «синий — голубой — желтый — красный цвета» (наиболее плотные структуры кодируются красным цветом, наименее — синим) и расчетом усредненного количественного показателя модуля упругости в кПа при автоматизированном вычислении УЗ-аппаратом серии 10—12 измерений

Таблица 2

Диагностические критерии ультразвуковой эластометрии в группах пациентов с различной степенью фиброза ПЖ

Группа	Диагностический критерий по УЭ, кПа	Чувствительность, %	Специфичность, %	AUC, %
Умеренная степень фиброза	>6,2	85,71	100	93,9
Выраженная степень фиброза	>10,97	85,71	85,71	89,8

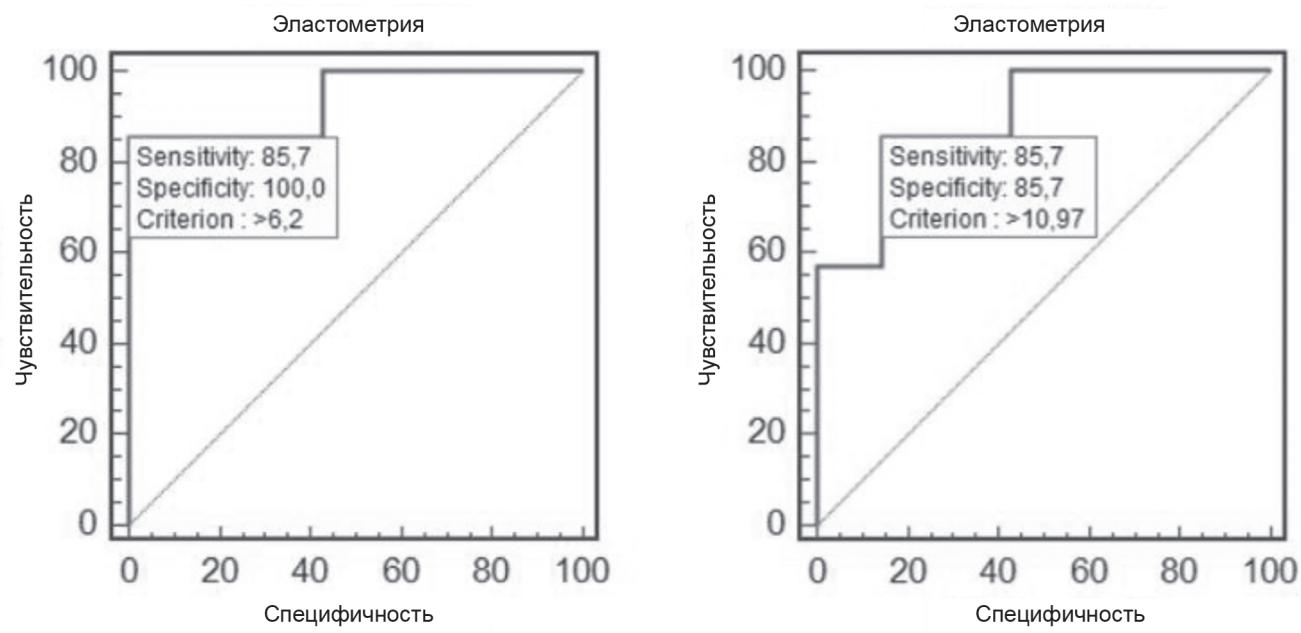
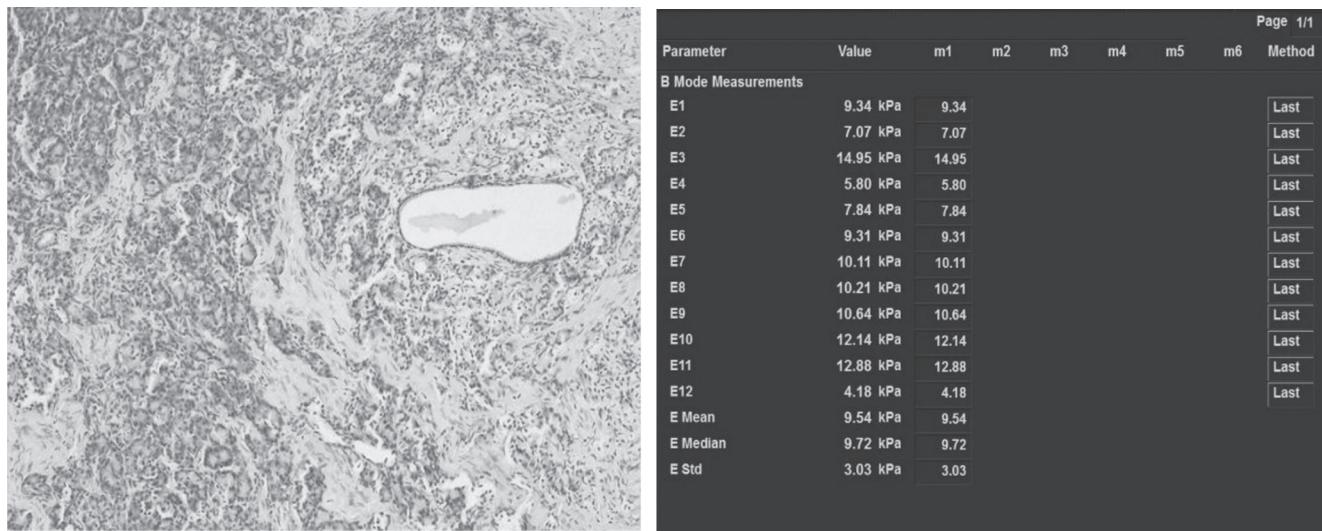


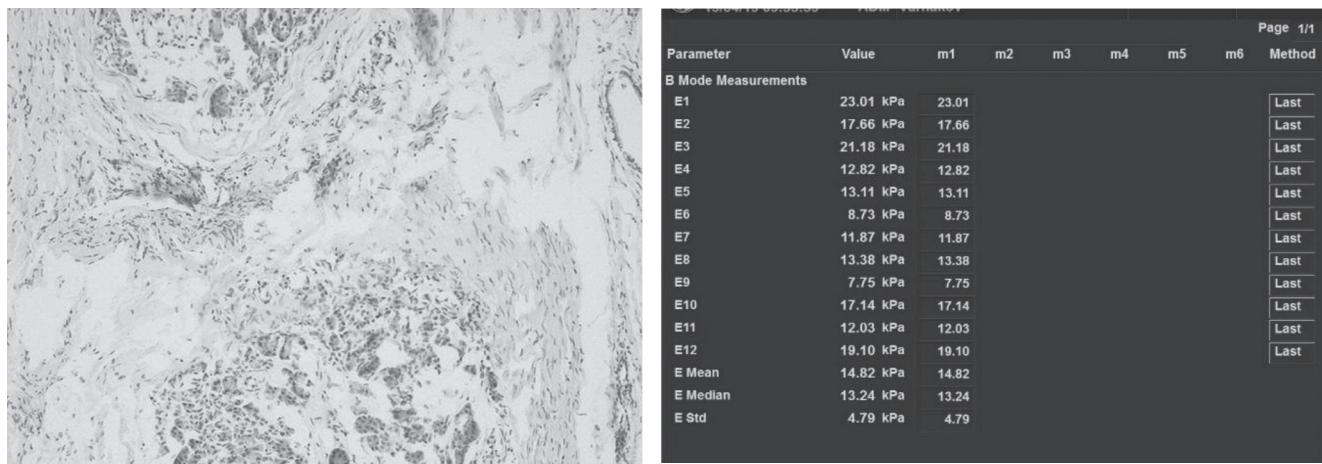
Рис. 3. ROC-анализ показателей УЭ в группах пациентов с различной степенью фиброза ПЖ:
а — пациенты с умеренно выраженным фиброзом ПЖ; б — пациенты с выраженным фиброзом ПЖ



а

б

Рис. 4. Корреляционная оценка данных морфологического исследования ткани ПЖ и показателей УЭ у пациента с умеренно выраженным фиброзными изменениями в ПЖ: а — умеренно выраженные фиброзные изменения в образцах ткани поджелудочной железы при хроническом панкреатите. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 100; б — усредненный количественный показатель модуля упругости в кПа при автоматизированном вычислении УЭ-аппаратом (9,72 кПа — умеренная степень фиброза)



а

б

Рис. 5. Корреляционная оценка данных морфологического исследования ткани ПЖ и показателей УЭ у пациента с выраженным фиброзными изменениями в ПЖ: а — выраженные фиброзные изменения в образцах ткани поджелудочной железы при хроническом панкреатите. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 100; б — усредненный количественный показатель модуля упругости в кПа при автоматизированном вычислении УЭ-аппаратом (13,24 кПа — выраженный фиброз ткани ПЖ)

Полученные данные степени фиброза при проведении УЭ коррелировали с показателями, полученными при гистологическом исследовании интраоперационных биоптатов (рис. 4, а, б — соответствует фиброзным изменениям умеренной степени; рис. 5 а, б — соответствует фиброзным изменениям выраженной степени).

В интраоперационных биоптатах выявлена значительная положительная корреляция между модулем упругости ПЖ и гистологической степенью фиброза ПЖ.

Таким образом, УЭ является неинвазивным, инновационным и перспективным методом диагностики ХП на ранних стадиях и определения степени фиброзных изменений в ПЖ. С учетом высокой диагностической эффективности УЭ рекомендуется использовать в центрах для первичной диагностики ХП и планирования операций на ПЖ при ХП как альтернативу существующим традиционным методам исследования.

Контактная информация:

Глыздов Александр Петрович — соискатель кафедры госпитальной хирургии ФПК и ПК УО «ВГМУ», зав. отделением гнойной хирургии.
Витебская областная клиническая больница.
Пр. Фрунзе, д. 80-5-29, 210009, г. Витебск.
Сл. тел. +375 33 306-21-17.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Ю. Н. О., А. П. Г.
Сбор и обработка материала: А. П. Г., С. И. П.
Статистическая обработка данных: Ю. Н. О., А. П. Г., С. И. П., В. А. К.
Написание текста: А. П. Г.
Редактирование текста: Ю. Н. О., А. П. Г., А. Т. Щ., И. М. С.

Конфликт интересов отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гальперин Э. И., Семененко И. А. Фиброз поджелудочной железы при хроническом панкреатите. Хирургия. 2015; 12: 96—102.
2. Можейко Л. А. Роль звездчатых клеток в морфогенезе хронического панкреатита. Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. мед. науки. 2018; 15 (4): 455—64.
3. Воробей А. В., Шулейко А. Ч., Владимировская Т. Э. и др. Гипоксия поджелудочной железы в патогенезе фиброза при хроническом панкреатите. Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. мед. науки. 2018; 15 (4) 391—404.
4. Steer M. L., Waxman I., Freedman S. Chronic pancreatitis. N. Engl. J. Med. 1995; 332: 1482—90.
5. Department of Gastroenterology and Hepatology, Fujita Health University, Toyoake; Department of Gastroenterology and Hepatology, Nagoya University Graduate School of Medicine, Nagoya; Department of Gastroenterology, Aichi Cancer Center Hospital, Nagoya, Japan: May 26, 2021 Accepted: August 11, 2021.
6. Issa Y., Kempeneers M. A., van Santvoort H. C. et al. Diagnostic performance of imaging modalities in chronic pancreatitis: a systematic review and meta-analysis. Eur. Radiol. 2017; 27: 3820—44.
7. Быстровская Е. В., Ким В. А., Орлова Ю. Н. и др. Эндоскопический ультразвук в диагностике заболеваний поджелудочной железы. Педиатрия. Гастроэнтерология. 2014; 3 (91): 40—3.
8. Лазебник Л. Б., Винницакая Е. В., Шапошникова Н. А. Диагностическая значимость ультразвуковой эластометрии в оценке фиброза при хронических диффузных заболеваниях печени. Клиническая гастроэнтерология. 2017; 3: 11—3.
9. Itoh Y., Itoh A., Kawashima H. et al. Quantitative analysis of diagnosing pancreatic fibrosis using EUS-elastography (comparison with surgical specimens). J. Gastroenterol. 2014; 49: 1183—92.
10. Kuwahara T., Hirooka Y., Kawashima H. et al. Usefulness of shear wave elastography as a quantitative diagnosis of chronic pancreatitis. J. Gastroenterol. Hepatol. 2018; 33: 756—61.
11. Hiroyuki Kojima, Atsushi Sofuni, Katsutoshi Sugimoto et al. Efficacy of shear wave elastography for the diagnosis of chronic pancreatitis. J. Hepatobiliary Pancreat. Sci. 2022; 30 (3): 351—9.
12. Hirooka Y., Kuwahara T., Irisawa A. et al. JSUM ultrasound elastography practice guidelines: pancreas. J. Med. Ultrason. 2015; 42: 151—74.
13. Shiina T. JSUM ultrasound elastography practice guidelines: basics and terminology. J. Med. Ultrason. 2013; 40: 309—23.
14. Giovannini M., Hookey L. C., Bories E. et al. Endoscopic ultrasound elastography: the first step towards virtual biopsy? Preliminary results in 49 patients. Endoscopy. 2006; 38: 344—8.
15. Uchida H., Hirooka Y., Itoh A. et al. Feasibility of tissue elastography using transcutaneous ultrasonography for the diagnosis of pancreatic diseases. Pancreas. 2009; 38: 17—22.

REFERENCES

1. Gal'perin E. I., Semenenko I. A. Fibrosis of pancreas in chronic pancreatitis. Khirurgiya. Zurnal im. N.I. Pirogova. 2015; 12: 96—102. [(In Russian)]
2. Mozheiko L. A. Role of stellate cells in the morphogenesis of chronic pancreatitis. Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, Medical series. 2018; 15 (4): 455—64. [(In Russian)]
3. Varabei A. V., Shuleika A. Ch., Vladimirkay T. E. et al. Hypoxia of pancreas in pathogenesis of fibrosis in chronic pancreatitis. Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Medical series. 2018; 15 (4): 391—404. [(In Russian)]
4. Steer M. L., Waxman I., Freedman S. Chronic pancreatitis. N. Engl. J. Med. 1995; 332: 1482—90.
5. Department of Gastroenterology and Hepatology, Fujita Health University, Toyoake; Department of Gastroenterology and Hepatology, Nagoya University Graduate School of Medicine, Nagoya; Department of Gastroenterology, Aichi Cancer Center Hospital, Nagoya, Japan: May 26, 2021 Accepted: August 11, 2021.
6. Issa Y., Kempeneers M. A., van Santvoort H. C. et al. Diagnostic performance of imaging modalities in chronic pancreatitis: a systematic review and meta-analysis. Eur. Radiol. 2017; 27: 3820—44.
7. Bystrovskay E. V., Kim V. A., Orlova Yu. N. et al. Endoscopic Ultrasound in Diagnosing Pancreatic Disorders. Pediatrics. Gastroenterology. 2014; 3 (91): 40—3. [(In Russian)]
8. Lazebnik L. B., Vinnitskaya E. V., Shaposhnikova N. A. et al. Diagnostic significance of ultrasound elastometry in assessing fibrosis in chronic diffuse liver diseases. Clinical gastroenterology. 2017; 3: 11—3. [(In Russian)]
9. Itoh Y., Itoh A., Kawashima H. et al. Quantitative analysis of diagnosing pancreatic fibrosis using EUS-elastography (comparison with surgical specimens). J. Gastroenterol. 2014; 49: 1183—92.
10. Kuwahara T., Hirooka Y., Kawashima H. et al. Usefulness of shear wave elastography as a quantitative diagnosis of chronic pancreatitis. J. Gastroenterol. Hepatol. 2018; 33: 756—61.
11. Hiroyuki Kojima, Atsushi Sofuni, Katsutoshi Sugimoto et al. Efficacy of shear wave elastography for the diagnosis of chronic pancreatitis. J. Hepatobiliary Pancreat. Sci. 2022; 30 (3): 351—9.
12. Hirooka Y., Kuwahara T., Irisawa A. et al. JSUM ultrasound elastography practice guidelines: pancreas. J. Med. Ultrason. 2015; 42: 151—74.
13. Shiina T. JSUM ultrasound elastography practice guidelines: basics and terminology. J. Med. Ultrason. 2013; 40: 309—23.
14. Giovannini M., Hookey L. C., Bories E. et al. Endoscopic ultrasound elastography: the first step towards virtual biopsy? Preliminary results in 49 patients. Endoscopy. 2006; 38: 344—8.
15. Uchida H., Hirooka Y., Itoh A. et al. Feasibility of tissue elastography using transcutaneous ultrasonography for the diagnosis of pancreatic diseases. Pancreas. 2009; 38: 17—22.

Поступила 27.10.2023.

Принята к печати 22.12.2023.