

formed. Of these, 57 (32%) are female and 123 (68%) are male. Atrioseptostomy was performed in patients with critical congenital heart defects with a small diameter of an open oval window and an open arterial duct. On the day of surgery, the average age of the patients was 5.7 days (from 1 to 60 days)  $Me = 3$ , respectively, the weight on average  $3.5 \pm 2$  kg. In 35% of patients, the defect was diagnosed prenatal and confirmed by echocardiographic (Echocardiogram) immediately after birth, in 90% of cases – at birth, which allowed to immediately deliver patients to NSSH for the delivery of highly qualified medical care.

**Results.** Vessel catheterization and balloon dilation were performed according to the Rashkind standard procedure in X-ray surgery using X-ray angiographic complexes. In each case, the efficacy of the procedure was verified with the help of Echo-KG, which confirmed that it went without difficulty. In all cases, stage 2 was available: 80% of patients after the procedure were operated on the second day, 20% – stage 2 was delayed. The largest number of patients undergoing Rashkind was diagnosed with transposition of the main vessels, the number of boys was 2.27 times exceeded that of girls. In all cases, these are critical shortcomings of the CHD that require immediate surgery to preserve these patients and prepare them for the next stage of surgery. The Rashkind procedure is widely used in other cardiac surgery centres. In particular, in Ukraine.

**Conclusions.** 1. Atrial atrioseptostomy is an effective and safe operation in cases of saving the life of the patient to prepare him for the second stage of surgery in critical congenital heart defects of different nature and etiology. 2. To determine the effectiveness of the procedure, it is advisable to use Echocardiography, which reduces the radiation burden on the patient and the medical staff.

**Key words:** Rashkind procedure, atrial atrioseptostomy, open atrial atrioseptostomy, balloon atrial atrioseptostomy.

Рецензент – проф. Катеренчук І. П.

Стаття надійшла 06.02.2020 року

DOI 10.29254/2077-4214-2020-1-155-247-250

УДК 616.36/.37-089-073.48

<sup>1,2</sup>Муравйов П. Т., <sup>1,2</sup>Бородаєв І. Є., <sup>1,2</sup>Шевченко В. Г., <sup>1</sup>Хархурі Макрем, <sup>1,2</sup>Волков В. Б.

### УЛЬТРАСОНОГРАФІЧНА ЕЛАСТОГРАФІЯ ЯК ДІАГНОСТИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ У ПРАКТИЦІ ПАНКРЕАТОБІЛІАРНОЇ ХІРУРГІЇ

<sup>1</sup>Одеський національний медичний університет (м. Одеса)

<sup>2</sup>КНП «Одеський обласний клінічний медичний центр» ООР (м. Одеса)

gemostatik@gmail.com

**Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.** Дослідження виконане відповідно до НДР кафедри хірургії № 2 ОНМедУ «Пошук, розробка і впровадження новітніх методів профілактики і лікування хірургічних та онкологічних захворювань органів гепатопанкреатодуоденальної зони та шлунково-кишкового тракту» (№ державної реєстрації 0109У008575).

**Вступ.** Еластографія – одна з найбільш передових і перспективних технологій у ультразвуковій діагностиці, заснована на різниці еластичних властивостей (пружності, жорсткості і розтяжності) нормальних і патологічних тканин, на візуальній оцінці визначення їх деформації за умов дозованої компресії [1,2,3,4,5].

Існує значна кількість досліджень, що оцінюють діагностичну цінність еластографії у клінічній практиці, однак донедавна вона здебільшого застосовувалася для оцінки патологічних змін у молочній залозі [6,7] та щитоподібній залозі [1,3,8], а також печінки [9,10]. Натомість питанням застосування еластографії при патології підшлункової залози приділяє увагу лише невелика кількість авторів [1,2,5,11,12,13,14,15].

Оскільки підшлункова залоза має ретроперитонеальну локалізацію, виникають певні технічні труднощі при виконанні еластографії [5,11,12,13,14]. Це у свою чергу впливає на відтворюваність результатів, а також утруднює інтерпретацію одержаних даних.

У 2015 р. була опублікована клінічна настанова з еластографії підшлункової залози від Японського товариства медичної ультразвукової медицини [14]. Настанови показують нам не тільки останні дослідження, але й технічні можливості виконання елас-

тографії підшлункової залози, і, отже, ці вказівки дуже корисні для клінічної практики.

Історично клінічне застосування еластографії було розпочато зі стрейн- еластографії [1,3,4,5]. Стрейн- еластографія оцінює жорсткість тканини-мішені, вимірюючи ступінь механічної деформації, генерованого зовнішнім тиском [1,8,14,15]. Існує негативна кореляція між ступенем деформації і жорсткістю цільової тканини: чим більше деформація, тим м'якша жорсткість тканини-мішені. Оскільки ручна компресія неефективна для підшлункової залози, стрейн повинен генеруватися пульсацією аорти. В ідеалі цільова тканина повинна бути розташована між зондом та аортою, щоб отримати адекватний стрейн для еластографії: тонку еластограму можна легко отримати в тілі підшлункової залози, за винятком пацієнтів з важким артеросклерозом. Навпаки, тонку еластограму часто не можна отримати в голові та хвості підшлункової залози [1,2,3,4,5,11,13,14].

Еластографія зсувної хвилі – варіант еластографії, заснований на іншому принципі. Еластографія зсувної хвилі випромінює сфокусований ультразвук, так званий імпульс акустичного випромінювання (ARFI), від зонда до тканини-мішені. Отже, поперечна хвиля, так звана зсувна хвиля, породжується ARFI, а жорсткість тканини-мішені оцінюється шляхом вимірювання швидкості поширення зсувної хвилі. Існує позитивна кореляція між швидкістю розповсюдження хвилі зсуву (швидкість зсувної хвилі) та жорсткістю тканини-мішені: чим швидше швидкість зсувної хвилі, тим важче тканина-мішень. Теоретично, ARFI можна випромінювати до всієї підшлункової залози, де це бажано. Однак пасивне перенапруження

підшлункової залози, викликане пульсацією аорти, може заважати ARFI, особливо в тілі підшлункової залози. Інтенсивність ARFI обмежена для забезпечення безпеки дослідження, тому для важкої пухлини підшлункової залози може не утворюватися адекватна хвиля зсуву [3,4,5,12,13,15].

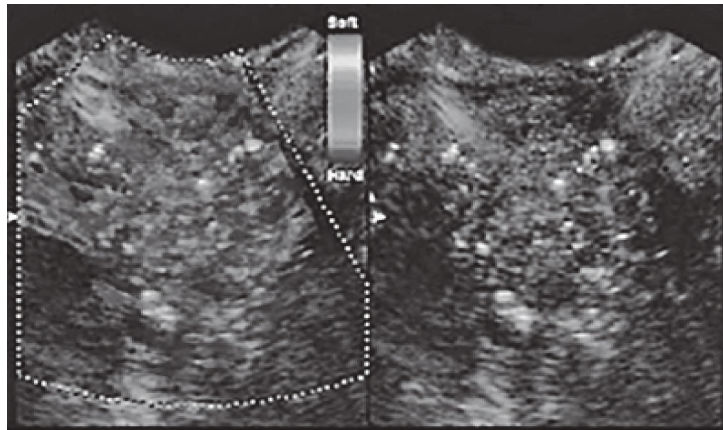
Втім, незважаючи на появу перших робіт, де еластографія розглядається як високоінформативний метод діагностики патології підшлункової залози, розвиток методу стримується складнощами у стандартизації методики, а також низькою доступністю діагностичних модулів [10,12,13]. На відміну від рутинної ультразвукової діагностики еластографія все ще є екзотикою для вітчизняних закладів охорони здоров'я.

**Метою дослідження** була оцінка діагностичної цінності ультразвукової еластографії підшлункової залози.

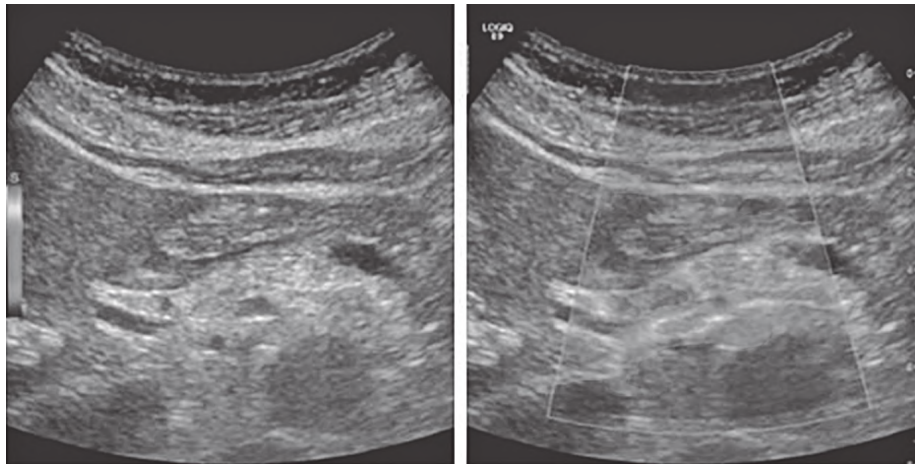
**Об'єкт і методи дослідження.** Дослідження проведено на базі КНП «Одеський обласний медичний центр» ООР (м. Одеса) впродовж 2017-2019 років. Із застосуванням соноеластографії обстежено 50 пацієнтів з патологією підшлункової залози (ПЗ), ускладненою механічною жовтяницею. Проведене співставлення візуалізації за допомогою класичного ультразвукового дослідження, КТ та еластографії (рис. 1, рис. 2, рис. 3). У дослідженні використаний універсальний ультразвуковий сканер Acuson S2000 (Siemens Medical Solutions, Erlangen, Німеччина) в режимі VTTQ (Virtual Touch Tissue Quantification). Оцінювали вимірювання ARFI у проекції голівки ПЗ; всі вимірювання проводилися в аксіальній площині з епігастральної позиції під час дихальної паузи. Проводили 3-4 вимірювання за допомогою перетворювачів 4C1 та 6C1HD.

Статистичну обробку одержаних результатів проводили непараметричними методами за допомогою програмного забезпечення Statistica 10.0 (Dell StatSoft Inc., США).

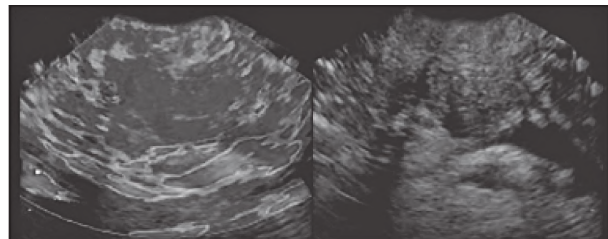
**Результати дослідження та їх обговорення.** Середній вік обстежених склав  $49,8 \pm 1,2$  років, при значному переважанні чоловіків (54,0%). У структурі скарг переважали болі у животі (88,0%), іктеричність шкірних покривів та слизових (96,0%), диспептичні прояви, в тому числі нудота – у 100% пацієнтів, пронос – у 22,0% хворих, закреп – у 16,0% хворих, метеоризм – у 18,0% хворих. Частим явищем було зниження ваги – 45 (90%) випадків, відсутність апетиту (88,0%), сітофобія (34,0%). Синдром Курвуазье виявлено у 42 (84,0%) хворих у вигляді безболісного напруженого еластичного грушоподібного утворення у правому підребер'ї на фоні жовтяниці.



**Рисунок 1** – Порівняння ультразвукограми (справа) та соноеластограми (зліва) підшлункової залози хворого на хронічний панкреатит. Домінуючі вогнища синього кольору (високої щільності) доволі рівномірно чергуються із менш щільними, близькими до нормальної паренхіми, вогнищами зеленого, жовтого та червоного кольору, що є ознакою хронічного панкреатиту.



**Рисунок 2** – Соноеластографія відображає часткове заміщення нормальної паренхіми підшлункової залози м'якою та щільною фіброзною тканиною (від червоного, через жовтий та зелений, до синього кольорів) на початку розвитку хронічного панкреатиту.



**Рисунок 3** – Сонографічна картина аденокарциноми підшлункової залози, про що свідчить переважно синій (щільний) суцільний спектр вогнища.

За даними КТ дослідження у 18 (36,0%) пацієнтів мав місце псевдотуморозний хронічний панкреатит, в решти визначалися зміни суспектні для раку підшлункової залози.

Під час рутинного УЗД визначалися ознаки збільшення та ущільнення голівки підшлункової залози, у 86% хворих визначалося солідне гіперехогенне утворення а також розширення жовчних шляхів або Вірсунгової протоки, збільшення лімфатичних вузлів. У 14% пацієнтів крім неспецифічних змін щільності паренхіми інших патологічних змін при ультразвуковому дослідженні визначено не було.

У таблиці наведені результати соноеластографічних досліджень пацієнтів з РПЗ та ХП.

Як видно з наведених даних для РПЗ були притаманні більш високі значення модуля Юнга –  $15,1 \pm 1,3$  проти  $3,1 \pm 0,2$  ( $p < 0,05$ ).

При співставленні показників УСЕГ з даними МСКТ визначена позитивна кореляція середньої сили –  $r = 0,68$  ( $p < 0,05$ ).

У сучасних посібниках і рекомендаціях з клінічного використання ультразвукової еластографії відзначені наступні тези: (1) еластографія рекомендована в якості додаткового методу для характеристики вогнищевих уражень підшлункової залози; (2) при серйозній клінічній підозрі на рак підшлункової залози, у разі, коли біопсія не дає результатів або є негативною, щільне осередкове ураження на еластографії і / або виявлене при УЗД з контрастним посиленням (гіповаскулярне утворення), – слід керуватися клінічними ознаками, призначивши повторну УЗД-навіговану тонкоколку біопсію або направити хворого у спеціалізований лікувально-профілактичний заклад; (3) ультрасонографічна еластографія в даний час не може бути рекомендована для диференційованої діагностики хронічного панкреатиту і раку підшлункової залози в зв'язку із подібною щільністю тканини у великому відсотку випадків [4,5,13,14].

При співставленні даних МСКТ та еластографії визначені основні операційні характеристики діагностичного тесту: специфічність – 72,4%, чутливість – 95,2%, що відповідає  $J = 0,676$ . Таким чином, ультрасонографічна еластографія як малоінвазивний метод діагностики патології підшлункової залози може

**Таблиця – Результати соноеластографії**

Показники	РПЗ	ХП
Щільність патологічного фокуса	$7,5 \pm 0,8$	$5,6 \pm 0,5$
$k$	$15,1 \pm 1,3^*$	$3,1 \pm 0,2$

**Примітка:** \* – статистично значущі відмінності між підгрупами ( $p < 0,05$ ).

бути рекомендований для скринінгових потреб. Верифікація діагнозу вимагає застосування інших клінічних засобів візуалізації.

### Висновки

1. Порівняно з псевдотуморозною формою хронічного панкреатиту при раку підшлункової залози визначаються більш високі значення модуля Юнга –  $15,1 \pm 1,3$  vs  $3,1 \pm 0,2$ .

2. Результати ультрасонографічної еластографії можуть бути рекомендовані у якості додаткового критерію при диференціальній діагностиці захворювань підшлункової залози.

**Перспективи подальших досліджень.** Наявність у нашому дослідженні відмінностей за значенням модулю Юнга не є переконливою з огляду на малий розмір вибірки, однак може бути перспективним для підвищення точності діагностики патології підшлункової залози, що ускладнена синдромом механічної жовтяниці. Отже подальший аналіз результатів застосування соноеластографії в діагностиці захворювань органів панкреатодуоденальної зони поряд із подальшим удосконаленням технічного забезпечення підкреслюють актуальність та перспективність проблеми, що досліджується.

### Література

1. Zykin BI, Postnova NA, Medvedev ME. Ul'trazvukovaja j elastografija. Medicinskij al'favit. 2013;10:14-9. [in Russian].
2. Osipov LV. Tehnologii j elastografii v ul'trazvukovoj diagnostike. Medicinskij al'favit. 2013;23:5-21. [in Russian].
3. Rudenko OV, Safonov DV, Ryhtik PI, Gurbatov SN, Romanov SV. Fizicheskie osnovy j elastografii. Chast' 2. J elastografija na sdvigoj volne (lekciya). Radiologija – praktika. 2014;4:62-72. [in Russian].
4. Ozturk A, Grajo JR, Dhyani M, Anthony BW, Samir AE. Principles of ultrasound elastography. Abdom Radiol (NY). 2018 Apr;43(4):773-85.
5. Sigrist RMS, Liao J, Kaffas AE, Chammas MC, Willmann JK. Ultrasound Elastography: review of Techniques and Clinical Applications. Theranostics. 2017 Mar 7;7(5):1303-29.
6. Les'ko KA. Kachestvennaja j elastografija v ul'trazvukovoj diagnostike melkih dobrokachestvennyh obrazovanij molochnoj zhelezy pri gipotireoze. Medicinskaja vizualizacija. 2014;3:32-9. [in Russian].
7. Carlsen J, Ewertsen C, Sletting S, Vejborg I, Schäfer FK, Cosgrove D, Bachmann Nielsen M. Ultrasound Elastography in Breast Cancer Diagnosis. Ultraschall Med. 2015 Dec;36(6):550-62; quiz 563-5.
8. Sencha AN, Mogutov MS, Patruncov JuN, Beljaev DV, Sergeeva ED, Kashmanova AV. Kolichestvennye i kachestvennye pokazateli ul'trazvukovoj j elastografii v diagnostike raka shhitovidnoj zhelezy. Ul'trazvukovaja i funkcional'naja diagnostika. 2013;5:85-98. [in Russian].
9. Morozov SV, Kucherjavij JuA, Stukova NJu, Krasnjakova EA. Neprjamaja ul'trazvukovaja j elastografija pecheni: ot diagnostiki fibroza pecheni – k kontrolju nad lecheniem. Dokazatel'naja gastrojenterologija. 2013;2:31-7. [in Russian].
10. Berdnikov SN, Sholohov VN, Patjutko Jul, Mahotina MS, Chuchuev ES, Abirov KJe. J elastometrija i j elastografija v differencial'noj diagnostike gepatocelljularnogo raka. Annaly hirurgicheskoy gepatologii. 2013;18(1):63-8. [in Russian].
11. Morozova TG, Borsukov AV. Klinicheskoe znachenie kompressionnoj j elastografii v differencial'noj diagnostike kistoznyh obrazovanij podzheludochnoj zhelezy. Sovremennye tehnologii v medicine. 2013;2:103-9. [in Russian].
12. Basset C, Guillermet-Guibert J. Experimental pancreatic cancer develops in soft pancreas: novel leads for an individualized diagnosis by ultrafast elasticity imaging. Theranostics. 2019 Aug 14;9(22):6369-79.
13. Dietrich CF, Hocke M. Elastography of the Pancreas, Current View. Clin endosc. 2019 Nov;52(6):533-40.
14. Hirooka Y, Kuwahara T, Irisawa A, Itokawa F, Uchida H, Sasahira N, et al. JSUM ultrasound elastography practice guidelines: pancreas. J Med Ultrason (2001). 2015 Apr;42(2):151-74.
15. Kostromina EV, Bershtejn LM, Vasil'ev DA, Radzhabova ZAG, Krasil'nikova LA. Sopotavlennje rezul'tatov j elastografii s gormonal'no-metabolicheskim statusom bol'nyh pri diagnostike novoobrazovanij shhitovidnoj zhelezy. Voprosy onkologii. 2013;1(59):78-82. [in Russian].

## УЛЬТРАСОНОГРАФІЧНА ЕЛАСТОГРАФІЯ ЯК ДІАГНОСТИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ У ПРАКТИЦІ ПАНКРЕАТОБІЛІАРНОЇ ХІРУРГІЇ

**Муравйов П. Т., Бородаєв І. Є., Шевченко В. Г., Хархурі Макрем, Волков В. Б.**

**Резюме.** Еластографія – одна з найбільш передових і перспективних технологій в ультразвуковій діагностиці.

Метою дослідження була оцінка діагностичної цінності ультрасонографічної еластографії підшлункової залози.

Проаналізовано дані 50 пацієнтів, які протягом 2017-2019 років проходили обстеження з приводу патології голівки підшлункової залози, ускладненої механічною жовтяницею із застосуванням соноеластографії. Проведене співставлення візуалізації за допомогою класичного ультразвукового дослідження, комп'ютерної томографії та еластографії. Середній вік обстежених склав  $49,8 \pm 1,2$  років. За даними комп'ютерної томографії у 18 (36,0%)

пацієнтів мав місце псевдотуморозний хронічний панкреатит, в решти визначалися зміни суспектні для раку підшлункової залози. Для раку підшлункової залози були притаманні більш високі значення модуля Юнга –  $15,1 \pm 1,3$  проти  $3,1 \pm 0,2$  ( $p < 0,05$ ). При співставленні показників ультрасоноеластографії з даними комп'ютерної томографії визначена позитивна кореляція середньої сили –  $r = 0,68$  ( $p < 0,05$ ). Також визначені основні операційні характеристики діагностичного тесту: специфічність – 72,4%, чутливість – 95,2%, що відповідає  $J = 0,676$ .

Таким чином, ультрасонографічна еластографія як малоінвазивний метод діагностики патології підшлункової залози може бути рекомендований для скринінгових потреб. Верифікація діагнозу вимагає застосування інших клінічних засобів візуалізації.

**Ключові слова:** соноеластографія, підшлункова залоза, щільність, хронічний панкреатит, рак підшлункової залози, механічна жовтяниця.

### УЛЬТРАСОНОГРАФИЧЕСКАЯ ЭЛАСТОГРАФИЯ КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ В ПРАКТИКЕ ПАНКРЕАТОБИЛИАРНОЙ ХИРУРГИИ

**Муравьёв П. Т., Бородаев И. Е., Шевченко В. Г., Хархури Макрем, Волков В. Б.**

**Резюме.** Эластография – одна из самых передовых и перспективных технологий в ультразвуковой диагностике.

Целью исследования была оценка диагностической ценности ультрасонографической эластографии поджелудочной железы.

Проанализированы данные 50 пациентов, которые в течение 2017-2019 годов проходили обследование по поводу патологии головки поджелудочной железы, осложненной механической желтухой, с применением соноэластографии. Проведено сопоставление визуализации с помощью классического ультразвукового исследования, компьютерной томографии и эластографии. Средний возраст обследованных составил  $49,8 \pm 1,2$  лет. По данным компьютерной томографии у 18 (36,0%) пациентов имел место псевдотуморозный хронический панкреатит, у остальных определялись изменения, подозрительные на рак поджелудочной железы. Для рака поджелудочной железы были присущи более высокие значения модуля Юнга –  $15,1 \pm 1,3$  против  $3,1 \pm 0,2$  ( $p < 0,05$ ). При сопоставлении показателей ультрасоноэластографии с данным компьютерной томографии определена положительная корреляция средней силы –  $r = 0,68$  ( $p < 0,05$ ). Также определены основные операционные характеристики диагностического теста: специфичность – 72,4%, чувствительность – 95,2%, что соответствует  $J = 0,676$ .

Таким образом, ультрасонографическая эластография как малоинвазивный метод диагностики патологии поджелудочной железы может быть рекомендован для скрининговых нужд. Верификация же диагноза требует применения других клинических средств визуализации.

**Ключевые слова:** соноэластография, поджелудочная железа, плотность, хронический панкреатит, рак поджелудочной железы, механическая желтуха.

### ULTRASONIC ELASTOGRAPHY AS A DIAGNOSTICS DEVICE IN A PANCREATOBILIARIC SURGICAL PRACTICE

**Muraviov P. T., Borodaev I. E., Shevchenko V. G., Kharkhoury Makrem, Volkov V. B.**

**Abstract.** Elastography is one of the most advanced and promising technologies in ultrasound diagnostics. Despite the success of the first works, where elastography is considered as a highly informative method for the diagnosis of pancreatic pathology, the development of the method is constrained by the difficulties in standardization of the technique, as well as the low availability of diagnostic modules.

The purpose of the current study was to analyze the diagnostic value of ultrasonographic elastography of the pancreas.

The data of 50 patients who were examined for pathology of the pancreatic head complicated by mechanical jaundice with sonoelastography during 2017-2019 were analyzed. The complaints structure was dominated by abdominal pain (88.0%), skin and mucous membranes (96.0%), dyspeptic manifestations, including nausea – in 100% of patients, diarrhea – in 22.0% of patients, constipation – in 16.0% of patients, flatulence – in 18.0% of patients. Also the weight loss – 45 (90%) cases, lack of appetite (88,0%) and citophobia (34,0%) were expressed. Courvoisier's syndrome was detected in 42 (84.0%) patients.

Imaging was compared using classical ultrasound, CT and elastography. The average age of the surveyed persons was  $49.8 \pm 1.2$  years. According to a CT scan, 18 (36.0%) of patients had pseudotumoral chronic pancreatitis, with the changes similar to the pancreatic cancer. During routine ultrasound, signs of enlargement and compaction of the pancreatic head were determined, in 86% of patients solid hyperechogenic formation as well as dilation of bile ducts and (or) Virsung duct, enlargement of lymph nodes were determined. In 14% of patients, in addition to nonspecific changes in the parenchyma density, no other pathological changes were identified with ultrasound. Higher values of Young's modulus were found for pancreatic cancer –  $15.1 \pm 1.3$  versus  $3.1 \pm 0.2$  ( $p < 0.05$ ). When comparing ultrasound elastography with CT data, a positive correlation of the mean force was found to be  $r = 0.68$  ( $p < 0.05$ ). When comparing MSCT with elastography, the main operational characteristics of the diagnostic test were determined: specificity – 72.4%, sensitivity – 95.2%, which corresponds to  $J = 0.676$ .

Thus, ultrasonographic elastography as a minimally invasive method for the diagnosis of pancreatic pathology may be recommended for screening purposes. Diagnosis verification requires the use of additional clinical imaging methods.

**Key words:** sonoelastography, pancreas, density, chronic pancreatitis, pancreatic cancer, mechanical jaundice.

*Рецензент – проф. Дудченко М. О.*

*Стаття надійшла 17.02.2020 року*