

**А. Ю. БАРАННИКОВ, В. Д. САХНО, В. М. ДУРЛЕШТЕР, Л. Г. ИЗМАЙЛОВА, А. В. АНДРЕЕВ,  
Е. В. ТОКАРЕНКО**

## **УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ЭЛАСТОМЕТРИЯ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ПОДХОДЕ К ФОРМИРОВАНИЮ ПАНКРЕАТОЭНТЕРОАНАСТОМОЗА ПРИ ПАНКРЕАТОДУОДЕНАЛЬНОЙ РЕЗЕКЦИИ**

*ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2» Министерства здравоохранения Краснодарского края, Россия,  
350000, г. Краснодар, ул. Красных Партизан, 6/2.*

### **АННОТАЦИЯ**

**Цель.** Оценить возможности ультразвуковой эластометрии методом сдвиговой волны в предоперационной оценке состояния «жесткости» паренхимы поджелудочной железы с целью прогнозирования риска осложнений и выбора способа формирования панкреатоэнтероанастомоза при панкреатодуоденальной резекции.

**Материалы и методы.** Исследование проведено у 10 пациентов, прооперированных в объеме панкреатодуоденальной резекции. Всем пациентам выполнена предоперационная ультразвуковая эластометрия поджелудочной железы транскутанным доступом методом сдвиговой волны. Результаты сравнивали с интраоперационными данными, полученными при визуальном осмотре и пальпации. В зависимости от показателей средней «жесткости» паренхимы в сопоставлении с интраоперационными данными отдавали предпочтение одному из двух способов формирования панкреатокишечного анастомоза: по типу «конец в бок» либо панкреатоэнтероанастомозу с широкой атравматичной перитонизацией среза культи поджелудочной железы тощей кишкой по оригинальной методике.

**Результаты.** Несостоятельность панкреатоэнтероанастомоза класса А отмечена у 2 (20%) больных, носила транзитный, бессимптомный характер, не требовала дополнительных лечебных мероприятий и не удлиняла продолжительность послеоперационного периода. Несостоятельств классов В и С, панкреонекроза культи, повторных оперативных вмешательств, летальных исходов не было.

**Заключение.** Ультразвуковая эластометрия поджелудочной железы методом сдвиговой волны может быть использована в предоперационной оценке состояния «жесткости» паренхимы с целью прогнозирования риска осложнений и выбора способа формирования панкреатоэнтероанастомоза.

**Ключевые слова:** рак поджелудочной железы, панкреатодуоденальная резекция, панкреатодигестивный анастомоз, ультразвуковая эластометрия

**Для цитирования:** Баранников А.Ю., Сахно В.Д., Дурлештер В.М., Измайлова Л.Г., Андреев А.В., Токаренко Е.В. Ультразвуковая эластометрия поджелудочной железы в дифференцированном подходе к формированию панкреатоэнтероанастомоза при панкреатодуоденальной резекции. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2018; 25(4): 7-12. DOI: 10.25207 / 1608-6228-2018-25-4-7-12

**For citation:** Barannikov A.Yu., Sakhno V.D., Durlshter V.M., Izmaylova L.G., Andreev A.V., Tokarenko E.V. Ultrasound elastometry of the pancreas in a differentiated approach to the formation of pancreatoenteroanastomosis in pancreatoduodenal resection. *Kubanskij nauchnyj medicinskij vestnik*. 2018; 25(4): 7-12. (In Russ., English abstract). DOI: 10.25207 / 1608-6228-2018-25-4-7-12

**A. YU. BARANNIKOV, V. D. SAKHNO, V. M. DURLESHTER, L. G. IZMAYLOVA, A. V. ANDREEV,  
E. V. TOKARENKO**

### **ULTRASOUND ELASTOMETRY OF THE PANCREAS IN A DIFFERENTIATED APPROACH TO THE FORMATION OF PANCREATOENTEROANASTOMOSIS IN PANCREATODUODENAL RESECTION**

*State Budgetary Institution of Healthcare "Regional Clinical Hospital N2" of the Ministry of Healthcare  
of Krasnodar Krai, Krasnykh Partizan str., 6/2, Krasnodar, Russia, 350012.*

### **ABSTRACT**

**Aim.** This study was conducted to assess the possibility of ultrasound elastometry using the shear wave method in the preoperative assessment of the stiffness condition of the pancreatic parenchyma in order to predict the risk of complications and the choice of the method for the formation of pancreatoenteroanastomosis in pancreatoduodenal resection.

**Materials and methods.** The study was performed in 10 patients operated in the volume of pancreatoduodenal resection. All patients underwent preoperative ultrasound pancreatic elastometry with transcutaneous shear wave access method. The results were compared with the intraoperative data obtained by the visual examination and palpation. Depending on the average "stiffness" indicators of the parenchyma in comparison with the intraoperative data, one of two ways of forming the pancreatic intestinal anastomosis was preferred: either end-to-side or pancreatoenteroanastomosis with a wide atraumatic peritonization of the pancreas stump cutoff by the jejunum according to the original technique.

**Results.** The inconsistency of class A pancreatoenteroanastomosis was noted in 2 (20%) patients, it was transient, asymptomatic, did not require additional medical interventions and did not extend the duration of the postoperative period. There were no inconsistencies of classes B and C, pancreonecrosis of the stump, repeated surgical interventions, and lethal outcomes.

**Conclusion.** Ultrasound pancreatic elastometry with the shear wave method can be used in the preoperative assessment of the "stiffness" of the parenchyma in order to predict the risk of the complications and the choice of the method for the pancreatoenteroanastomosis formation.

**Keywords:** pancreatic cancer, pancreatoduodenal resection, pancreatodigestive anastomosis, ultrasound elastometry

### Введение

Панкреатодуоденальная резекция (ПДР) остается основным радикальным оперативным вмешательством, показанным пациентам с злокачественными заболеваниями органов билиопанкреатодуоденальной зоны (БПДЗ): проксимальных отделов поджелудочной железы (ПЖ), терминального отдела общего желчного протока (ОЖП), большого дуоденального соска (БДС), двенадцатиперстной кишки (ДПК) [1-5]. Кроме того, ПДР нередко выполняется пациентам с хроническим панкреатитом (ХП), осложненным желчной гипертензией, дуоденальным стенозом, портальной гипертензией либо при невозможности окончательного исключения опухолевого процесса в головке ПЖ [1, 6].

На долю опухолей органов БПДЗ приходится примерно 15% от общего числа злокачественных заболеваний органов пищеварения. Пациенты с раком ПЖ в этой группе занимают наибольший удельный вес (60-65%). Рак БДС встречается в 12-18% случаев. 8-10% приходится на долю рака дистального отдела ОЖП. Злокачественное поражение ДПК составляет около 5% наблюдений [4].

Согласно мировой онкологической статистике заболеваемость раком ПЖ в развитых странах мира среди мужчин с 2008 по 2012 гг. возросла с 8,2 на 100000 населения до 8,6, а среди женщин – с 5,4 до 5,9 на 100000 населения соответственно. Одновременно прямо пропорционально росту заболеваемости отмечается и рост показателей смертности [7, 8]. В нашей стране в 2015 году зарегистрировано 17715 новых случаев заболевания раком ПЖ. Средний возраст заболевших составил 65 лет у мужчин и 70 лет у женщин. Для сравнения в 2005 году таковых больных было выявлено 13289. Прирост составил 12,25% за 10 лет [9].

Также следует отметить, что заболеваемость ХП в мире, в свою очередь, за последние 30 лет увеличилась более чем в 2 раза и находится в пределах 1,6-23 случая на 100 тысяч населения в год. Число больных ХП в Европе составляет 25,0-26,4, а в России 27,4-50 на 100 тысяч населения [1, 10, 11, 12].

Таким образом, с увеличением числа пациентов с заболеваниями периапулярной зоны растет и количество ПДР.

В последние годы летальность после ПДР в большинстве хирургических центров мира достигла менее 5%, что связано с улучшением периоперационного ведения больных и оттачиванием техники выполнения самой операции. Однако частота послеоперационных осложнений остается высокой и достигает, по данным разных авторов, 30-70% [1-5, 13, 14, 15]. Наиболее грозные осложнения, обуславливающие летальность – несостоятельность панкреатодигестивного анастомоза (ПДА), поистине «ахиллесова пята» всей операции [16], частота которого достигает в специализированных отделениях 4-30% [2, 3, 5, 13, 16, 17, 18], и панкреонекроз культы ПЖ, встречающийся в 0,5-9% случаев [1, 3, 5].

Учитывая неблагоприятные исходы несостоятельности ПДА и послеоперационного деструктивного панкреатита, профилактике их развития уделяется огромное внимание исследователями со всего мира. Прежде всего, предложены многочисленные технические решения «обработки» дистальной культы ПЖ. На сегодняшний день описано более 150 различных способов формирования ПДА [19, 20]. Само по себе наличие такого количества анастомозирующих операций с дистальной культей ПЖ подчеркивает сложность, неоднозначность и нерешенность данной проблемы. Ни один из существующих способов не является унифицированным, а совершенствование хирургической техники и создание «надежного» ПДА особенно актуально [5, 13].

Особые трудности возникают при так называемой «неадаптированной» культе ПЖ, в случае наличия «сочной», «мягкой», без признаков фиброза паренхимы. В данной ситуации риск осложнений увеличивается в несколько раз. «Мягкость» паренхимы ПЖ, как главного прогностического критерия развития послеоперационного панкреатита культы и несостоятельности ПДА, как правило, оценивается интраоперационно при визуальном осмотре и пальпации.

**Показатели «жесткости» паренхимы ПЖ в норме по данным разных авторов**  
 Indicators of “stiffness” of the parenchyma of the pancreas in the norm according to the data of different authors

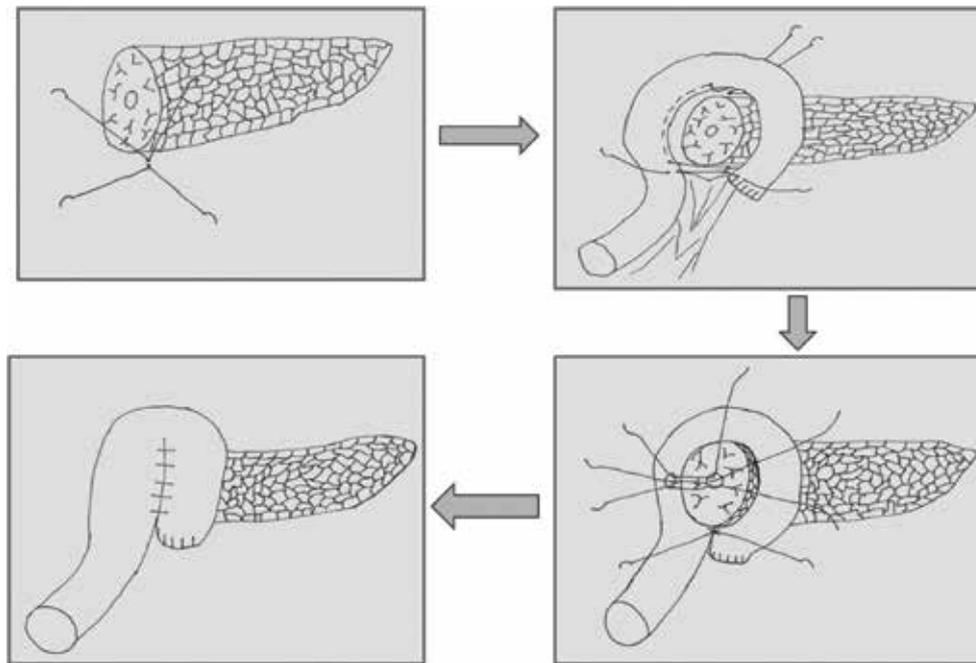
Авторы	Год публикации	Страна	Скорость сдвиговой волны, м/с	Жесткость E, кПа
<i>Y. Yashima et al.</i>	2012	Япония	1,30±0,34	–
<i>А.Г.Самарин и соавт.</i>	2013	Украина	–	4,8 ± 1,0
<i>Ю.А.Брюховецкий и соавт.</i>	2013	Россия	–	4,8
<i>Ю.М.Степанов и соавт.</i>	2015	Украина	1,33±0,05	4,86±0,05
<i>Э.И.Гальперин и соавт.</i>	2015	Россия	0,61 – 1,53	–
<i>C.J.Llamoza-Torres et al.</i>	2016	Испания	1,27	–
<i>R. Zaro et al.</i>	2016	Румыния	1,22±0,36	–
<i>T. Kuwahara et al.</i>	2016	Япония	–	3,17 кПа
<i>M.H.C. Pfahler et al.</i>	2018	Германия	1,30	–

Относительно новым методом, позволяющим проводить объективную количественную оценку «жесткости» тканей, является ультразвуковая эластометрия методом сдвиговой волны (Shear Wave Elastography – SWE) [21, 22, 23]. Принцип действия метода основан на генерации в тканях сдвиговой волны с помощью создания точечного давления в фокусе исследования мощным ультразвуковым импульсом с последующей регистрацией скорости ее распространения. На экране ультразвукового сканера при этом возникает значение скорости сдвиговой волны в м/с или пересчитанный в кПа показатель упругости («жесткости») ткани [22, 23]. В зарубежной и отечественной литературе в настоящее время описаны немногочисленные исследования по применению ультразвуковой эластометрии ПЖ. В таблице 1 представлены некоторые из них с определением нормативных показателей «жесткости» паренхимы ПЖ. Как видно, показатели «жесткости» ПЖ у практически здоровых лиц составили в среднем около 4,8 кПа, а значения скорости сдвиговой волны около 1,3 м/с. [24-32]. В свою очередь, при ХП показатели «жесткости» паренхимы ПЖ увеличиваются прямо пропорционально степени выраженности признаков ХП (фиброз, кальцинаты, псевдокисты) [25] и нарушению внешнесекреторной функции ПЖ и составляют от 8 до 22 кПа и выше в зависимости от степени тяжести ХП [26].

**Цель исследования:** оценить возможности ультразвуковой эластометрии методом сдвиговой волны в предоперационной оценке состояния «жесткости» паренхимы ПЖ с целью прогнозирования риска осложнений и выбора способа формирования панкреатоэнтероанастомоза (ПЭА) при ПДР.

### Материалы и методы

За период с февраля по декабрь 2017 года исследованию подвергнуто 10 пациентов (5 мужчин, 5 женщин) с опухолевым поражением перипанкреальной зоны (в 5 случаях с аденокарциномой большого дуоденального соска, в 5 – с аденокарциномой головки ПЖ), прооперированных в объеме ПДР с сохранением привратника. Возраст больных колебался от 51 до 80 лет при среднем значении в 66 лет. Всем пациентам выполнена предоперационная ультразвуковая эластометрия ПЖ. Исследование «жесткости» паренхимы ПЖ методом сдвиговой волны (SWE) проводили на ультразвуковом сканере премиум класса Philips EpiQ5 (Нидерланды) конвексным датчиком с частотой 5-1 МГц. Измерения выполняли транскутанным доступом в положении лёжа на спине с минимальной компрессией на брюшную стенку при задержке дыхания. Каждому пациенту проводили по 10-15 измерений SWE в области тела и хвоста ПЖ с последующим вычислением средних значений. Степень «жесткости» ткани ПЖ оценивали в кПа. Показатели «жесткости» сравнивали с интраоперационными данными, полученными при визуальном осмотре и пальпации. В зависимости от показателей средней «жесткости» в сопоставлении с интраоперационными данными отдавали предпочтение одному из двух способов формирования ПЭА: технически более простому по типу «конец в бок» с прецизионным изолированным вшиванием протока ПЖ либо технически более сложному прецизионному вирсунгоеюна-настомозу с широкой атравматичной перитонизацией среза культи ПЖ серозным покровом стенки тонкой кишки по разработанной нами методике



**Рисунок.** Этапы формирования оригинального панкреатоэнтероанастомоза (патент РФ на изобретение №2632767).  
**Figure.** Stages of the formation of the original pancreateoenteroanastomosis (RF patent for invention №2632767).

(патент РФ №2632767). Суть способа состоит в формировании петли отключенной по Ру тонкой кишки вокруг культи ПЖ с целью широкой перитонизации зоны анастомоза без использования швов, проникающих в паренхиму ПЖ, путем выполнения двух отдельных полукисетных швов, накладываемых по брыжеечному краю петли тонкой кишки и фиксирующихся за задний листок париетальной брюшины в парапанкреатическую клетчатку в зоне верхнего и нижнего краев культи. Главный панкреатический проток прецизионно вшивают в стенку отводящего отдела петли. Между сторонами петли накладывают узловые серозно-мышечные швы без образования тонкотонкокишечного анастомоза (рисунок).

### Результаты и обсуждение

У 2 из 10 пациентов средняя «жесткость» тела ПЖ составила 12,66 кПа и 12,42 кПа. Интраоперационно при данных показателях паренхима ПЖ фиброзно изменена, плотноэластичной консистенции, дольчатость отсутствует. В данной ситуации формировали технически более простой ПЭА по типу «конец в бок» с прецизионным изолированным вшиванием протока ПЖ. У 4 из 10 пациентов средняя «жесткость» тела ПЖ составила от 7,1 кПа до 9,58 кПа. Интраоперационно при данных показателях паренхима ПЖ с признаками слабо выраженного фиброза, эластичная, с сохранением дольчатого строения. У 4 пациентов средняя «жесткость» тела ПЖ варьировала от 2,89 до 4,54 кПа. Интраоперационно ПЖ без признаков фиброза, мягкоэластичной консистенции, дольчатого строения. У данных пациентов с целью профилактики послеоперационного панкреатита культи и несостоятельности панкреатокишечного соустья формировали разработанный нами технически

более сложный прецизионный вирсунгоеюноанастомоз с широкой атравматичной перитонизацией среза культи ПЖ серозным покровом стенки тощей кишки по оригинальной методике (рисунок).

Во всех случаях выполнена ПДР с сохранением привратника. На реконструктивном этапе ПЭА и гепатикоэнтероанастомоз (ГЭА) накладывали на петле тонкой кишки, отключенной по Ру. В послеоперационном периоде всем пациентам назначался октреотид в стандартных дозировках в течение 3-5 дней.

Несостоятельность ПЭА определяли на основании рекомендаций международной группы исследователей по изучению недостаточности данного соустья [21].

Средняя продолжительность послеоперационного пребывания в стационаре составила 14 койко-дней. Осложнения выявлены у 4 (40%) из 10 пациентов. У 1 (10%) пациентки диагностирован абсцесс брюшной полости – дренирован под УЗ-наведением. Длительный гастростаз отмечен также в 1 (10%) случае – на фоне консервативной терапии купирован. Несостоятельность ПЭА отмечена у 2 (20%) больных (в обоих случаях была класса А), носила транзиторный, бессимптомный характер, без клинических проявлений, не требовала дополнительных лечебных мероприятий и не удлиняла продолжительность послеоперационного периода. Несостоятельств ПЭА классов В и С, панкреонекроза культи, повторных оперативных вмешательств, летальных исходов не было.

### Заключение

Ультразвуковая эластометрия ПЖ методом сдвиговой волны может быть использована в предоперационной оценке состояния «жесткости» паренхимы ПЖ с целью прогнозирования риска ос-

ложнений и выбора способа формирования ПЭА. Однако, необходимо дальнейшее исследование у значительно большего числа пациентов.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Гальперин Э.И., Дюжева Т.Г. *Лекции по гепатопанкреатобилиарной хирургии*. М.: Видар-М, 2011. 536 с. [Gal'perin E.I., Dyuzheva T.G. *Lektsii po gepatopankreatobiliarnoy khirurgii*. М.: Vidar-M; 2011. 536 p. (In Russ.)].
2. Кубышкин В.А., Вишневыский В.А. *Рак поджелудочной железы*. М.: ИД Медпрактика-М, 2003. 386 с. [Kubyshekin V.A., Vishnevskiy V.A. *Rak podzheludochnoy zhelezy*. М.: ID Medpraktika-M; 2003. 386 p. (In Russ.)].
3. Оноприев В.И., Коротко Г.Ф., Роголь М.Л., Восканян С.Э. *Панкреатодуоденальная резекция. Аспекты хирургической техники, функциональные последствия*. Краснодар: ООО «Качество»; 2005. 135 с. [Onopriev V.I., Korot'ko G.F., Rogal' M.L., Voskanyan S.E. *Pankreatoduodenal'naya rezektsiya. Aspekty khirurgicheskoy tekhniki, funktsional'nye posledstviya*. Krasnodar: ООО «Kachestvo», 2005. 135 p. (In Russ.)].
4. Патютко Ю.И., Котельников А.Г. *Хирургия рака органов билиопанкреатодуоденальной зоны*. М.: Медицина; 2007. 448 с. [Patyutko Yu.I., Kotel'nikov A.G. *Khirurgiya raka organov biliopankreatoduodenal'noy zony*. М.: Meditsina; 2007. 448 p. (In Russ.)].
5. Патютко Ю.И., Кудашкин Н.Е., Котельников А.Г. Различные виды панкреатодигестивных анастомозов при панкреатодуоденальной резекции. *Анналы хирургической гепатологии*. 2013; 18(3): 9-14. [Patyutko Yu.I., Kudashkin N.E., Kotel'nikov A.G. Different types of pancreatodigestive anastomoses for pancreatoduodenectomy. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii*. 2013; 18(3): 9-14. (In Russ., English abstract)].
6. Пропп А.Р. Диагностика и хирургическое лечение хронического панкреатита с поражением головки поджелудочной железы. *Анналы хирургической гепатологии*. 2013; 18(1): 103-111. [Propp A.R. Diagnostics and surgical treatment of chronic pancreatitis with the defeat of pancreatic head. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii*. 2013; 18(1): 103-111. (In Russ., English abstract)].
7. Давыдов М.И., Аксель Е.М. Статистика злокачественных новообразований в России и странах СНГ в 2009 году. *Вестник РОНЦ им. Н. Н. Блохина РАМН*. 2011; 22(3). [Davydov M.I., Akse' E.M. Statistika zlokachestvennykh novoobrazovaniy v Rossii i stranakh SNG v 2009 godu. *Vestnik RONTs im. N. N. Blokhina RAMN*. 2011; 22(3). (In Russ.)].
8. Torre L.A., Bray F., Siegel R.L., Ferlay J., Lortet-Tieulent J., Jemal A. Global Cancer Statistics, 2012. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. 2015; 65(2): 87-108. DOI: 10.3322/caac.21262.
9. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. *Злокачественные новообразования в России в 2015 году (заболеваемость и смертность)*. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2017. 250 с. [Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Petrova G.V. *Zlokachestvennye novoobrazovaniya v Rossii v 2015 godu (zabolevaemost' i smertnost')*. М.: MNIОI im. P.A. Gertsena – filial FGBU «NMIRTs» Minzdrava Rossii, 2017. 250 p. (In Russ.)].
10. DiMagno M.J., DiMagno E.P. Chronic pancreatitis. *Current Opinion in Gastroenterology*. 2010; 26(5): 490-498. DOI: 10.1097/MOG.0b013e32833d11b2.
11. Jupp J., Fine D., Johnson p. D. The epidemiology and socio-economic impact of chronic pancreatitis. *Best Pract. Res. Clin. Gas-*

*troenterol*. 2010; 24(3): 219-231. DOI: 10.1016/j.bpg.2010.03.005.

12. Spanier B.W., Dijkgraaf M.G., Bruno M.J. Epidemiology, aetiology and outcome of acute and chronic pancreatitis: An update. *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol*. 2008; 22(1): 45-63. DOI: 10.1016/j.bpg.2007.10.007.
13. Роголь М.Л., Ярцев П.А., Водясов А.В. Концептуальной панкреатоэнтероанастомоз при панкреатодуоденальной резекции. *Анналы хирургической гепатологии*. 2014; 19(2): 14-18. [Rogal' M.L., Yartsev P.A., Vodyasov A.V. End-to-loop pancreatoenteroanastomosis during pancreatoduodenectomy. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii*. 2014; 19(2): 14-18. (In Russ., English abstract)].
14. Kawai M., Yamaue H. Analysis of clinical trials evaluating complications after pancreaticoduodenectomy: a new era of pancreatic surgery. *Surg. Today*. 2010; 40(11): 1011-1017. DOI: 10.1007/s00595-009-4245-9.
15. Winter J.M., Cameron J.L., Campbell K.A., Arnold M.A., Chang D.C., Coleman J., Hodgins M.B., Sauter P.K., Hruban R.H., Riall T.S., Schulick R.D., Choti M.A., Lillemoe K.D., Yeo C.J. 1423 pancreaticoduodenectomies for pancreatic cancer: a single institution experience. *J. Gastrointest. Surg*. 2006; 10(9): 1199-1211.
16. Paye F. The pancreatic stump after pancreatoduodenalacotomy: The "Achille heel" revisited. *J. Visc. Surg*. 2010; 147: 13-20.
17. Bassi C., Dervenis C., Butturini G., Fingerhut A., Yeo C., Izbicki J., Neoptolemos J., Sarr M., Traverso W., Buchler M. International Study Group on Pancreatic Fistula Definition. Postoperative pancreatic fistula: an international study group (ISGPF) definition. *Surgery*. 2005; 138(1): 813.
18. Janot M.S., Belyaev O., Kerstin S., Chromik A.M., Seelig M.H., Sulberg D., Mittelkotter U., Uhl W.H. Indication and early outcomes for total pancreatectomy at a high-volume pancreas center. *Clinical Study. HPB Surgery*. 2010. Article ID 686702, 8 pages DOI: 10.1155/2010/686702.
19. Назыров Ф.Г., Девятков А.В., Акбаров М.М. Формирование панкреатодигестивного анастомоза при радикальной операции у больных с периапулярными опухолями. *Анналы хирургической гепатологии*. 2014; 19(1): 80-85. [Nazyrov F.G., Devyatov A.V., Akbarov M.M. Pancreatodigestive anastomosis during radical surgery in patients with periampullary tumors. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii*. 2014; 19(1): 80-85. (In Russ., English abstract)].
20. Sakorafas G.H., Friess H., Balsiger B.M., Buchler M.W., Sarr M.G. Problems of reconstruction during pancreatoduodenectomy. *Dig. Surg*. 2001; 18(5): 363-369.
21. Kawada N., Tanaka S. Elastography for the pancreas: Current status and future perspective. *World J. Gastroenterol*. 2016; 22(14): 3712-724. DOI: 10.3748/wjg.v22.i14.3712.
22. Зыкин Б.И., Постнова Н.А., Медведев М.Е. *Эластография: анатомия метода*. Променевая диагностика, променевая терапия. 2012; №2-3: 107-113. [Zykin B.I., Postnova N.A., Medvedev M.E. Elastography: anatomy of the method. *Promeneva diagnostika, promeneva terapiya*. 2012; №2-3: 107-113. (In Russ.)].
23. Руденко О.В., Сафонов Д.В., Рыхтик П.И., Гурбатов С.Н., Романов С.В. Физические основы эластографии. Часть 2. Эластография на сдвиговой волне (лекция). *Радиология — практика*. 2014; 46(4): 62-72. [Rudenko O.V., Safonov D.V., Rykhtik P.I., Gurbatov S.N., Romanov S.V. Physical Bases of Elastography. Part 2. Shear Wave Elastography (Lecture). *Radiologiya — praktika*. 2014; 46(4): 62-72. (In Russ., English abstract)].
24. Брюховецкий Ю.А., Кондратова Г.М., Митьков В.В.,

- Митькова М.Д. Цветовая двумерная эластография и эластометрия сдвиговой волной при исследовании поджелудочной железы в норме. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2013; 4: 108. [Bryukhovetskiy Yu.A., Kondratova G.M., Mit'kov V.V., Mit'kova M.D. Tsvetovaya dvumernaya elastografiya i elastometriya sdvigovoy volnoy pri issledovanii podzheludochnoy zhelezy v norme. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika*. 2013; 4: 108. (In Russ.)].
24. Гальперин Э.И., Дюжева Т.Г., Семенов И.А., Шолохов В.Н., Бердников С.Н., Махотина М.С., Ковальчук А.В., Митина А.А., Полушкин Е.А., Семенов А.И., Шаповал С.Ю. О возможностях метода ультразвуковой эластометрии для диагностики хронического панкреатита. Полный факторный эксперимент. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2015; 2: 19-35. [Gal'perin E.I., Dyuzheva T.G., Semenenko I.A., Sholokhov V.N., Berdnikov S.N., Makhotina M.S., Koval'chuk A.V., Mitina A.A., Polushkin E.A., Semenenko A.I., Shapoval S.Yu. Ultrasound Point Shear Wave Elastography in Chronic Pancreatitis Diagnosis. Multiple Factor Analysis. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika*. 2015; 2: 19-35. (In Russ., English abstract)].
25. Самарин А.Г., Бабочкин А.Б. Применение эластографии сдвиговой волной в комплексной диагностике хронического панкреатита. *Променева диагностика, променева терапія*. 2013; 3-4: 49-53. [Samarin A.G., Babochkin A.B. Primenenie elastografii sdvigovoy volnoy v kompleksnoy diagnostike khronicheskogo pankreatita. *Promeneva diagnostika, promeneva terapiya*. 2013; 3-4: 49-53. (In Russ.)].
26. Степанов Ю.М., Гравировская Н.Г. Первые итоги применения сдвиговой транзиторной эластометрии в определении состояния паренхимы поджелудочной железы (обзор литературы и собственные исследования). *Гастроэнтерология*. 2015; 57(3): 53-58. [Stepanov Yu.M., Gravirovskaya N.G. The First Results of the Application of Shear Wave Transient Elastography When Determining the State of Pancreatic Parenchyma (Review of Literature and Own Researches). *Gastroenterologiya*. 2015; 57(3): 53-58. (In Russ., English abstract)].
27. Llamaza-Torres C.J., Fuentes-Pardo M., Álvarez-Higueras F.J., Alberca-de-las-Parras F., Carballo-Álvarez F. Usefulness of percutaneous elastography by acoustic radiation force impulse for the non-invasive diagnosis of chronic pancreatitis. *Rev. Esp. Enferm. Dig.* 2016; 108(8): 450-456. DOI: 10.17235/reed.2016.4103/2016.
28. Yashima Y., Sasahira N., Isayama H., Kogure H., Ikeda H., Hirano K., Mizuno S., Yagioka H., Kawakubo K., Sasaki T., Nakai Y., Tada M., Yoshida H., Omata M., Koike K. Acoustic radiation force impulse elastography for noninvasive assessment of chronic pancreatitis. *J. Gastroenterol.* 2012; 47(4): 427-432.
29. Zaro R., Lupsor-Platon M., Cheviet A., Badea R. The pursuit of normal reference values of pancreas stiffness by using Acoustic Radiation Force Impulse (ARFI) elastography. *Med. Ultrason.* 2016; 18(4): 425-430. DOI: 10.11152/mu-867.
30. Kuwahara T., Hirooka Y., Kawashima H., Ohno E., Sugimoto H., Hayashi D., Morishima T., Kawai M., Suhara H., Takeyama T., Yamamura T., Funasaka K., Nakamura M., Miyahara R., Watanabe O., Ishigami M., Shimoyama Y., Nakamura S., Hashimoto S., Goto H. Quantitative evaluation of pancreatic tumor fibrosis using shear wave elastography. *Pancreatology*. 2016; 16(6): 1063-1068. DOI: 10.1016/j.pan.2016.09.012.
31. Pfahler M.H.C., Kratzer W., Leichsenring M., Graeter T., Schmidt S.A., Wendlik I., Lormes E., Schmidberger J., Fabricius D. Point shear wave elastography of the pancreas in patients with cystic fibrosis: a comparison with healthy controls. *Abdom. Radiol. (NY)*. 2018. DOI: 10.1007/s00261-018-1479-2.

Поступила / Received 24.04.2018

Принята в печать / Accepted 20.06.2018

*Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest*

**Контактная информация:** Баранников Антон Юрьевич; тел.: +7 (918) 275-49-22; e-mail: vrach-89@bk.ru; Россия, 350049, г. Краснодар, ул. Аэродромная, д. 49.

**Corresponding author:** Anton Yu. Barannikov; tel.: +7 (918) 275-49-22; e-mail: vrach-89@bk.ru; 49, Aerodromnaya str., Krasnodar, Russia, 350049.