

© ДРОЗДОВ Е. С., ЛИ Н. А., БАРАНОВ А. И., МЕРЗЛИКИН Н. В., КУШЕЕВА В. А., ШКАТОВ Д. А., КЛОКОВ С. С., ГРИЩЕНКО М. Ю.

УДК 616.37-006.2-08-035

DOI: 10.20333/25000136-2022-4-103-108

Предикторное значение ультразвуковой эластометрии в возникновении послеоперационной панкреатической фистулы после резекции поджелудочной железы

Е. С. Дроздов^{1,2}, Н. А. Ли¹, А. И. Баранов³, Н. В. Мерзликин², В. А. Кушеева¹, Д. А. Шкатов², С. С. Клоков^{1,4}, М. Ю. Грищенко^{1,2}¹ Сибирский государственный медицинский университет, Томск 634050, Российская Федерация² Томский областной онкологический диспансер, Томск 634050, Российская Федерация³ Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования», Новокузнецк 654005, Российская Федерация⁴ Медицинский центр им. Г. К. Жерлова, Северск, Томская обл. 636013, Российская Федерация

Цель исследования. Оценить эффективность эндоскопической ультрасонографической (ЭУС) эластометрии в предоперационном прогнозировании риска возникновения послеоперационных панкреатических фистул (ППФ) у пациентов, перенесших резекционные вмешательства на поджелудочной железе (ПЖ). **Материал и методы.** Проведено двухцентровое проспективное контролируемое исследование. В исследование включено 30 пациентов, все из которых были прооперированы (дистальная резекция ПЖ или панкреатодуоденальная резекция). Выполняли ЭУС эластометрию с расчетом коэффициента деформации (КД) равного отношению жесткости парапанкреатической клетчатки (референтной области) к жесткости паренхимы ПЖ в зоне предполагаемой резекции. Пациенты были разделены на две группы: 1) пациенты, послеоперационный период которых протекал без развития ППФ, и 2) пациенты с наличием клинически значимых ППФ. Для оценки значимости различий, использовали U критерий Манна – Уитни или тест Стьюдента. Критерий χ^2 был использован при сравнении групп по качественному признаку. Для расчета оптимальных точек отсечения проводили ROC анализ. Статическая обработка результатов с помощью программы Statistica 10.0.

Результаты. Клинически значимые ППФ наблюдались в 7 (23,4 %) случаях (тип В – 6, тип С – 1). Разница среднего коэффициента деформации (КД) между группами пациентов без и с наличием панкреатических фистул была статистически значимой (36,7±4,1 против 15,8±2,3, $p < 0,01$ соответственно). При проведении ROC анализа определена оптимальная точка отсечения эластометрического КД в прогнозировании риска развития ППФ, которая равнялась 23,3. При значении КД $\leq 23,3$ риск развития ППФ оценивается, как высокий, при КД $> 23,3$ риск развития ППФ низкий. Чувствительность, специфичность и общая точность разработанной модели составляет 85,7 %, 82,6 % и 83,3 %, соответственно

Заключение. Ультрасонографическая эластометрия является применимой методикой в прогнозировании риска развития ППФ, которая обладает достаточно высокой точностью.

Ключевые слова: панкреатодуоденальная резекция, дистальная резекция, панкреатическая фистула, эндоскопическая ультрасонография, эластометрия.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Дроздов ЕС, Ли НА, Баранов АИ, Мерзликин НВ, Кушеева ВА, Шкатов ДА, Клоков СС, Грищенко МЮ. Предикторное значение ультразвуковой эластометрии в возникновении послеоперационной панкреатической фистулы после резекции поджелудочной железы. *Сибирское медицинское обозрение.* 2022;(4):103-108. DOI: 10.20333/25000136-2022-4-103-108

Predictive value of ultrasonic elastometry in the occurrence of postoperative pancreatic fistula after pancreatic resection

E. S. Drozdov^{1,2}, N. A. Li¹, A. I. Baranov³, N. V. Merzlikin², V. A. Kusheeva¹, D. A. Shkatov², S. S. Klokov^{1,4}, M. Yu. Grishchenko^{1,2}¹ Siberian state medical university, Tomsk 634050, Russian Federation² Tomsk Regional Oncology Hospital, Tomsk 634050, Russian Federation³ Novokuznetsk State Institute for Advanced Training of Doctors Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education "Russian Medical Academy of Continuing Professional Education", Novokuznetsk 654005, Russian Federation⁴ The medical center of G. K. Zherlov, Seversk, Tomsk Region 636013, Russian Federation

The aim of the research. To evaluate the effectiveness of endoscopic ultrasonographic (EUS) elastometry in preoperative prediction of the risk of postoperative pancreatic fistulas (PPF) in patients undergoing resection interventions on the pancreas (P).

Material and methods. A two-center prospective controlled study was conducted. The study included 30 patients, all of whom were operated on (distal resection of the pancreas or pancreatoduodenal resection). EUS elastometry was performed with the calculation of the coefficient of deformation (CD) equal to the ratio of the stiffness of the parapancreatic tissue (reference area) to the stiffness of the pancreatic parenchyma in the area of the proposed resection. Patients were divided into two groups: 1) patients whose postoperative period proceeded without the development of PPF, and 2) patients with the presence of clinically significant PPF. To assess the significance of differences, the Mann-Whitney U test or the Student's test were used. The χ^2 criterion was used when comparing groups on a qualitative basis. ROC analysis was performed to calculate optimal cutoff points. Static processing of results using Statistica 10.0.

Results. Clinically significant PPF were observed in 7 (23.4 %) cases (type B – 6, type C – 1). The difference in the mean deformation coefficient (CD) between the groups of patients without and with the presence of pancreatic fistulas was statistically significant (36.7±4.1 versus 15.8±2.3, $p < 0.01$, respectively). When conducting ROC analysis, the optimal cut-off point of elastometric CD in predicting the risk of developing PPF was determined, which was 23.3. With a value of $D \leq 23.3$, the risk of developing PPF is assessed as high, with a $CD > 23.3$, the risk of developing PPF is low. The sensitivity, specificity and overall accuracy of the developed model are 85.7 %, 82.6 % and 83.3 %, respectively. Conclusion. Ultrasonographic elastometry is an applicable technique in predicting the risk of developing PPF, which has a fairly high accuracy.

Key words: pancreatoduodenal resection, distal resection, pancreatic fistula, endoscopic ultrasonography, elastometry.

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

Citation: Drozdov ES, Li NA, Baranov AI, Merzlikin NV, Kusheeva VA, Shkatov DA, Klokov SS, Grishchenko MYu. Predictive value of ultrasonic elastometry in the occurrence of postoperative pancreatic fistula after pancreatic resection. *Siberian Medical Review.* 2022;(4):103-108. DOI: 10.20333/25000136-2022-4-103-108

Введение

Послеоперационные панкреатические фистулы (ППФ) являются одним из наиболее частых осложнений после резекционных вмешательств на поджелудочной железе (ПЖ), кроме того, ППФ сами могут являться причиной ряда тяжелых осложнений, таких как внутрибрюшные кровотечения, инфицированные жидкостные скопления, сепсис [1, 2].

По данным имеющихся работ установлено, что среди множества возможных факторов риска развития ППФ наиболее значимым фактором является «мягкая» структура паренхимы поджелудочной железы [3]. Плотность панкреатической паренхимы в основном зависит от степени выраженности в ней фиброза, что, очевидно, и является ключевым фактором прогнозирования развития ППФ после резекционных вмешательств [4]. Тем не менее, предоперационная оценка плотности ткани ПЖ является сложной клинической задачей, кроме того, не существует стандартизованного определения «мягкой» ПЖ, и, в большинстве случаев, оценка плотности ткани зависит от субъективных пальпаторных ощущений оперирующего хирурга. Тем не менее, сложно назвать интраоперационную пальпацию ПЖ с целью оценки ее жесткости объективным методом, поскольку оценка степени жесткости зависит от субъективных тактильных ощущений оперирующего хирурга. Объективная же оценка структуры ткани ПЖ возможна только после патоморфологического исследования удаленного во время операции препарата [5].

Одной из современных методик, позволяющей оценить эластичность ткани различных органов, в том числе ПЖ, является ультразвуковая эластометрия. По результатам систематического обзора и мета – анализа, проведенного G. Marasco et al. и включающего 247 пациентов, показана эффективность трансабдоминальной ультразвуковой эластометрии в прогнозировании риска возникновения ППФ [6]. Однако, по мнению ряда авторов, одним из технических ограничений данной методики могут являться помехи на пути ультразвукового луча, создаваемые газом, содержащимся в желудке, ободочной кишке, а также подкожно-жировая клетчатка [7].

Данного недостатка лишена получающая все большее развитие методика эндоскопической ультразвуковой (ЭУС) эластометрии. Так, по данным работы, проведенной Y. Itoh et al., имеется корреляция между показателем средней эластичности (ME), определенного с помощью ЭУС эластометрии, и выраженностью фиброза панкреатической паренхимы, определенного по данным гистологического исследования [8]. Существуют также работы, которые показали эффективность применения ЭУС эластометрии для диагностики стадии хронического панкреатита [9] и оценки внешнесекреторной функции поджелудочной железы [10].

Однако эффективность ЭУС эластометрии в предоперационной оценке риска развития ППФ после резекционных вмешательств на поджелудочной железе остается малоизученным вопросом.

Цель исследования. Оценить эффективность ЭУС эластометрии в предоперационном прогнозировании риска возникновения ППФ у пациентов, перенесших резекционные вмешательства на поджелудочной железе.

Материал и методы

Проведено двухцентровое проспективное контролируемое исследование, включающее 30 пациентов. Исследование выполнено на базе ОГАУЗ «Томский областной онкологический диспансер» и ОГАУЗ «Медицинский центр им. Г. К. Жерлова» в период с января 2020 по декабрь 2021. Всем пациентам, включенным в исследование, были выполнены резекционные вмешательства на поджелудочной железе (панкреатодуоденальная резекция (ПДР) или дистальная резекция поджелудочной железы) с выполнением во всех случаях гистологического исследования удаленных препаратов. Пациенты, включенные в исследование, были разделены на две группы: 1) пациенты, послеоперационный период которых протекал без развития ППФ, и 2) пациенты, у которых послеоперационный период осложнился развитием клинически значимых ППФ. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (протокол № 361 от 01.12.2020 г.).

Критериями включения в исследование были: 1) пациенты с доброкачественными и злокачественными образованиями поджелудочной железы, которым было показано проведение оперативного вмешательства; 2) возраст пациентов более 18 лет. Критерии исключения из исследования: 1) наличие отдаленного метастазирования или прорастание опухоли в крупные артерии области чревного ствола или верхнюю брыжеечную артерию; 2) ранее проведенное химиотерапевтическое лечение; 3) пациенты с тяжелой сопутствующей соматической патологией.

Формирование панкреатоеюноанастомоза проводили по методикам «проток-слизистая», или выполняли инвагинационный анастомоз. Закрытие культи ПЖ при дистальной резекции проводили при помощи линейных сшивающих режущих аппаратов. При интраоперационной пальпаторной оценке жесткости ткань ПЖ характеризовалась как «мягкая» и «жесткая».

Классификация ППФ проводилась согласно рекомендациям Международной исследовательской группы по хирургии поджелудочной железы [11]. Клинически значимыми считались фистулы типа В и С. Оценка тяжести послеоперационных осложнений проводилась согласно классификации Clavien – Dindo [12].

Всем пациентам, включенным в исследование, в условиях отделения внутрисветной эндоскопической диагностики ОГАУЗ «ТООД» было проведено эндоскопическое ультразвуковое исследование с эластографией и эластометрией. Все исследования проводили при помощи видеоэндоскопа Olympus GF UCT-180 на эндоскопической видеосистеме Olympus EVIS EXERA III PLUS, совмещенной с универсальным ультразвуковым центром Hitachi Aloka Pro Sound F75, поддерживающим функции эластографии и эластометрии. Исследование выполняли с использованием внутривенной седации пропофолом и применением местной анестезии (орошение ротоглотки раствором лидокаина). Сканирование поджелудочной железы выполняли из стандартных положений эхоэндоскопа с частотой 7,5 и 10 мГц. Для тела, хвоста и перешейка ПЖ исследование проводили по следующей методике: используя аорту, чревный ствол в качестве анатомического ориентира, продвигая эхоэндоскоп, выводили «окно» - место деления сосуда на конечные ветви, ориентирование на которые позволяет визуализировать паренхиму тела и хвоста ПЖ (рис. 1).



Рисунок 1. 1 – стенка желудка, 2 – селезеночная вена, 3 – аорта, 4 – верхняя брыжеечная артерия, 5 – поджелудочная железа, 6 – главный панкреатический проток.

Figure 1. 1 – stomach wall, 2 – splenic vein, 3 – aorta, 4 – superior mesenteric artery, 5 – pancreas, 6 – main pancreatic duct.

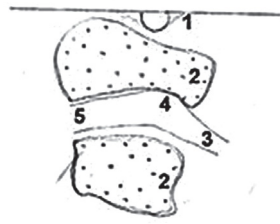


Рисунок 2. 1 – стенка желудка, 2 – поджелудочная железа, 3 – воротная вена, 4 – селезеночная вена, 5 – верхняя брыжеечная вена.

Figure 2. 1 – stomach wall, 2 – pancreas, 3 – portal vein, 4 – splenic vein, 5 – superior mesenteric vein.

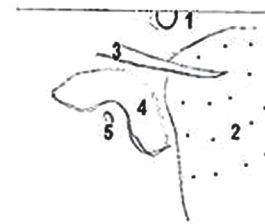


Рисунок 3. 1 – стенка двенадцатиперстной кишки, 2 – поджелудочная железа, 3 – общий желчный проток, 4 – воротная вена, 5 – общая печеночная артерия.

Figure 3. 1 – duodenal wall, 2 – pancreas, 3 – common bile duct, 4 – portal vein, 5 – common hepatic artery.

Для визуализации перешейка ПЖ визуализировали конfluence верхней брыжеечной, селезеночной и воротной вены (рис. 2).

Сканирование паренхимы головки ПЖ выполняли из просвета ДПК согласно методике (рис. 3).

Выбирали точку сканирования с наименьшим количеством артефактов типа многократного отражения, ориентировали ультразвуковой луч по направлению к аорте и устанавливали датчик таким образом, чтобы давление производилось вглубь. В таком положении возможно получить качественные изображения В-режима (детали изображения четкие, высокое контрастное разрешение). Далее выполняли методику компрессионной эластографии путем максимального прижатия датчика к стенке желудка в проекции ПЖ. Получение изображения эластограммы на мониторе процессора свидетельствует о качестве оказываемой компрессии. Для стандартизации изображения использовали временной интервал 10-15 секунд. Устанавливали область интереса: 1 зона паренхимы ПЖ в зоне предполагаемой

резекции; 2 зона – с захватом парапанкреатической клетчатки. Жесткость картировалась в цветовом эквиваленте, где синий спектр – наиболее жесткая ткань (качественная оценка). Для более объективной оценки жесткости ткани ПЖ выполняли количественный анализ с расчетом коэффициента деформации (КД, Strain ratio – SR) равного отношению жесткости парапанкреатической клетчатки (референтной области) к жесткости паренхимы поджелудочной железы в зоне предполагаемой резекции. Референтная область необходима для стандартизации значения коэффициента деформации между разными пациентами. Выбор парапанкреатической жировой клетчатки в качестве референтной области основан на ранее проведенных работах и предположении, что жировая ткань у большинства людей одинаковой жесткости (данный факт также используется в маммологии при расчете индекса Fat Lesion Ratio – отношение жесткости жир-новообразование) [13]. Чем меньше значение КД, тем «мягче» паренхима ПЖ в оцениваемой зоне (рис. 4, 5).

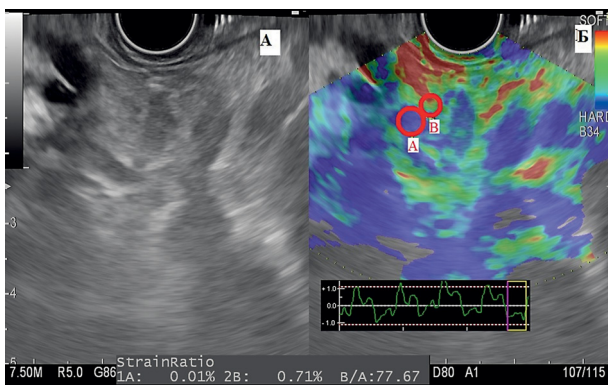


Рисунок 4. А – эндоскопическая ультрасонография, Б – эндоскопическая эластометрия (В – область парапанкреатической клетчатки, А – область предполагаемой резекции поджелудочной железы). Коэффициент деформации – 77,67 («жесткая» поджелудочная железа). Послеоперационный период протекал без развития ППФ.

Figure 4. A – endoscopic ultrasonography, B – endoscopic elastometry (C – area of parapancreatic tissue, A – area of the proposed resection of the pancreas). The coefficient of deformation is 77.67 («rigid» pancreas). The postoperative period proceeded without the development of PPF.

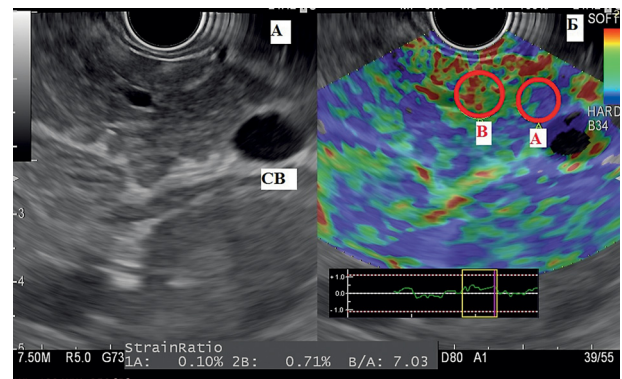


Рисунок 5. А – эндоскопическая ультрасонография области тела поджелудочной железы (СВ – селезеночная вена). Б – эндоскопическая эластометрия (В – область парапанкреатической клетчатки, А – область предполагаемой резекции поджелудочной железы). Коэффициент деформации – 7,03 («мягкая» поджелудочная железа). Послеоперационный период осложнился ППФ типа В.

Figure 5. A – endoscopic ultrasonography of the area of the body of the pancreas (SV – splenic vein). B – endoscopic elastometry (C – area of parapancreatic tissue, A – area of the proposed resection of the pancreas). The coefficient of deformation is 7.03 («soft» pancreas). The postoperative period was complicated by PPF type B.

При проведении статистической обработки полученных результатов использовали программу Statsoft Statistica 10.0. Нормальность распределения количественных показателей оценивали с использованием критерия Колмогорова-Смирнова. Описательные данные представлены в формате $M \pm m$ (среднее значение и стандартное отклонение, для данных имеющих нормальное распределение), медиана (Me) с указанием первого (Q1) и третьего (Q3) квартиля (для данных имеющих признаки, отличающиеся от нормального) или число пациентов и процент. Для критериев с нормальным распределением применяли тест Стьюдента, для оценки значимости различий выборок, не подчиняющихся критерию нормального распределения, использовали U критерий Манна-Уитни. Критерий χ^2 был использован в исследовании в случаях сравнения двух несвязанных групп по качественному признаку. Для расчета оптимальных точек отсечения проводили ROC анализ, строили характеристическую кривую (ROC-curve). По оси ординат для каждой точки отсечения откладывали значение чувствительности, по оси абсцисс – долю ложноположительных результатов (100 % минус специфичность). Различия между сравниваемыми переменными считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Медиана возраста пациентов, включенных в исследование, составил 62 (53; 68) лет. По гистологической структуре у 20 (66,7 %) пациентов обнаружена протоковая аденокарцинома, у 4 (13,4 %) нейроэндокринная опухоль, 6 (20 %) случаев составляли другие образования (хронический псевдотуморозный панкреатит – 2, опухоль большого дуоденального соска – 1, холангиокарцинома – 1, кистозная опухоль поджелудочной железы – 2). Клинически значимые ППФ наблюдались в 7 (23,4 %) случаях (тип В – 6, тип С – 1) (табл. 1).

Сравниваемые группы пациентов были сопоставимы по возрасту ($p=0,7$), индексу массы тела ($p=0,4$), частоте сопутствующих заболеваний ($p=0,8$), этиологии заболеваний (0,8), виду выполненного оперативного вмешательства ($p=0,7$), среднему диаметру главного панкреатического протока (ГПП) ($p=0,09$), объему интраоперационной кровопотери ($p=0,8$). Методика формирования панкреатоюноанастомоза не оказывала достоверного влияния на частоту возникновения ППФ ($p=0,2$). Средний послеоперационный койко-день ожидаемо был статистически меньше в группе пациентов без ППФ (12 (8; 24) против 20 (11; 32), $p < 0,01$).

Медиана коэффициента деформации (КД), измеренная при помощи ЭУС эластометрии, составляла 35,8 (24,7;43,2) в группе пациентов без ППФ и 15,2 (11,4;21,3) в группе пациентов с ППФ, разница по данному показателю среди сравниваемых групп была статистически значима ($p < 0,01$).

С целью определения оптимального значения эластометрического КД в прогнозировании риска развития ППФ проведен ROC анализ. Площадь фигуры под кривой составила 0,827. Оптимальной точкой отсечения являлось значение КД 23,3. При значении КД $\leq 23,3$ риск развития ППФ оценивается, как высокий, при КД $> 23,3$ риск развития ППФ низкий. Чувствительность, специфичность и общая точность разработанной модели в прогнозировании риска ППФ составляет 85,7 %,

Таблица 1

Клиническая характеристика пациентов, основные инструментальные, интраоперационные и послеоперационные показатели

Table 1

Characteristics of patients included in the study, basic pre- and intraoperative parameters

	Группа		p
	без ППФ (n=23)	ППФ (n=7)	
Пол, n(%)			
– мужской	13 (56,5)	3 (42,9)	0,5
– женский	10 (43,5)	4 (57,7)	
Возраст (лет), среднее	62 (54; 67)	63 (55; 68)	0,8
ИМТ (кг/м ²), среднее	23,4 \pm 4,1	25,1 \pm 3,8	0,4
Этиология			
– протоковая аденокарцинома	16 (69,6)	4 (57,1)	0,8
– НЭО	3 (13,0)	1 (14,3)	
– другое	4 (17,4)	2 (28,6)	
Сопутствующие заболевания, n(%)			
– сердечно-сосудистые	16 (69,6)	5 (71,4)	0,8
– сахарный диабет	8 (34,8)	3 (42,9)	
Варианты хирургических вмешательств, n(%)			
– ПДР	18 (78,3)	5 (71,4)	0,7
– дистальная резекция	5 (21,7)	2 (28,6)	
Методика формирования панкреатоюноанастомоза, n (%)			
– «проток-слизистая»	6 (33,3)	3 (60)	0,2
– инвагинационный анастомоз	12 (66,7)	2 (40)	
Коэффициент деформации (strain ratio), медиана (Q1;Q3)	35,8 (24,7;43,2)	15,2 (11,4;21,3)	< 0,01
Диаметр ГПП, мм, медиана (Q1;Q3)	4,5 (3,1; 6,7)	3,1 (2,3; 3,9)	0,09
Пальпаторная оценка плотности ткани ПЖ, n(%)			
– мягкая	6 (26,1)	5 (71,5)	0,02
– жесткая	17 (73,8)	2 (28,5)	
Интраоперационная кровопотеря, мл, медиана (Q1;Q3)	550 (380; 650)	580 (390; 670)	0,8
Послеоперационный койко-день, суток, медиана (Q1;Q3)	12 (8; 24)	20 (11; 32)	< 0,01

Примечание: ИМТ – индекс массы тела, ПЖ – поджелудочная железа, НЭО – нейроэндокринная опухоль, ПДР – панкреатодуоденальная резекция, ГПП – главный панкреатический проток.

Note: ИМТ - body mass index, ПЖ – pancreas, НЭО – neuroendocrine tumor, ПДР – pancreatoduodenal resection, ГПП – main pancreatic duct.

82,6 % и 83,3 %, соответственно. При сравнении общей точности эластометрического КД и пальпаторной оценки жесткости ткани ПЖ как предикторов риска ППФ были выявлены статистически значимые различия. Общая точность эластометрии была статистически значимо выше ($p < 0,05$) (табл. 2).

Послеоперационные панкреатические фистулы остаются «ахиллесовой пятой» современной хирургической панкреатологии [14]. «Мягкая» структура ткани ПЖ является одним из общеизвестных факторов риска ППФ [15]. Однако чаще всего оценка данного показателя основана на интраоперационной пальпации, что, по причине ее субъективности, не позволяет стандартизировать критерии «мягкой» или «твердой» ткани ПЖ. Имеются работы, в которых установить корреляции между пальпаторной оценкой «мягкости» ПЖ и частотой возникновения ППФ не удалось [16].

Таблица 2

Чувствительность, специфичность и общая точность интраоперационной пальпаторной оценки жесткости ткани поджелудочной железы и эндоскопической ультрасонографической эластометрии в прогнозировании риска развития послеоперационных панкреатических фистул

Table 2

Sensitivity, specificity and overall accuracy of intraoperative palpation assessment of pancreatic tissue stiffness and endoscopic ultrasonographic elastometry in predicting the risk of postoperative pancreatic fistulas

	Пальпаторная оценка жесткости поджелудочной железы		Эндосонаографическая эластометрия	
	Результаты (n/n)	% (95 % ДИ)	Результаты (n/n)	% (95 % ДИ)
Чувствительность	4/7	57,1 (18,4–90,1)	6/7	85,7 (42,1–99,6)
Специфичность	15/23	65,2 (42,7–83,6)	19/23	82,6 (61,2–95,1)
Общая точность	19/30	63,3 (43,9–80,1)	25/30	83,3* (65,3–94,4)

Примечание: ДИ – доверительный интервал.

Note: ДИ – confidence interval, * $p < 0,01$.

К настоящему времени существует ряд работ, показывающих эффективность трансабдоминальной ультразвуковой эластометрии в оценке риска развития ППФ. Так, в работе, проведенной N. Sushma et al., показано, что при значении показателя жесткости менее 12,65 кПа наблюдается высокий риск ППФ (чувствительность и специфичность – 100 % и 47 %, соответственно) [17], однако существуют исследования, в которых данной корреляции не получено [18].

Одним из серьезных недостатков использования трансабдоминальной ультразвуковой эластометрии при оценке жесткости ПЖ, является «отдаленность» ультразвукового датчика от зоны интереса и, как следствие, возможность помех, создаваемых газом в кишечнике и жировой тканью [19]. Эндосонаографическая эластометрия лишена данных недостатков. Тем не менее, к настоящему времени встречаются лишь единичные работы, оценивающие эффективность ЭУС эластометрии в прогнозировании ППФ. Так, в работе, проведенной T. Kuwahara et al. и включающей 59 пациентов, проводилась компьютерная обработка полученных при ЭУС эластометрии гистограмм с последующим расчетом средней эластичности (Mean Elasticity) [20]. Авторами установлено, что значение данного показателя более 70 является независимым фактором риска развития ППФ. Чувствительность, специфичность и общая точность разработанной модели составила 84,2 %, 80,0 % и 81,4 %. В проведенном нами исследовании для оценки риска ППФ применялся коэффициент деформации, который рассчитывался как отношение жесткости парапанкреатической клетчатки (референтной области) к жесткости паренхимы поджелудочной железы. Значение КД менее либо равное 23,3 является показателем высокого риска ППФ (чувствительность, специфичность, общая точность 85,7 %, 82,6 % и 83,3 % соответственно). Явным преимуществом методики, описанной в нашем исследовании, является отсутствие необходимости в использовании дополнительного программного обеспечения.

Одним из относительных недостатков ЭУС эластометрии, безусловно, является ее инвазивность. Однако стоит помнить, что данную методику возможно сочетать со стандартным эндосонаографическим обследованием (характеристика патологического очага в поджелудочной железе, состояние панкреатического протока), а также с выполнением при необходимости тонкоигольной аспирационной биопсии, получая за одно обследование большое количество клинических данных.

Проведенное нами исследование имело ряд ограничений, а именно включало в себя относительно небольшой размер выборки пациентов. Также одним из возможных ограничений может являться факт включения в исследование и сравнения пациентов, перенесших, как ПДР, так и дистальную резекцию ПЖ. Учитывая вышеперечисленные ограничения, становится понятной необходимость дальнейшего изучения данного вопроса.

В заключение хотелось бы отметить, что ЭУС эластометрия является достаточно эффективной предоперационной методикой прогнозирования клинически значимых ППФ, что может помочь в улучшении послеоперационных результатов путем планирования особенностей периоперационного ведения пациента, а также решения вопроса о дополнительном дренировании или раннем удалении внутрибрюшных дренажей.

Выводы

По результатам проведенного исследования установлено, что эндоскопическая ультрасонографическая эластометрия является применимой методикой в прогнозировании риска развития ППФ, которая обладает достаточно высокой точностью. При значении КД менее либо равном 23,3 риск развития ППФ оценивается, как высокий. Полученные данные могут быть полезны при планировании особенностей периоперационного ведения пациента, а также решения вопроса о дополнительном дренировании или раннем удалении внутрибрюшных дренажей.

Литература / References

1. Büchler MW, Wagner M, Schmied BM, Uhl W, Friess H, Z'graggen K. Changes in morbidity after pancreatic resection: toward the end of completion pancreatectomy. *Archives Of Surgery*. 2003;138(12):1310-1315. DOI: 1001/archsurg.138.12.1310
2. Hashimoto Y, Traverso LW. Incidence of pancreatic anastomotic failure and delayed gastric emptying after pancreatoduodenectomy in 507 consecutive patients: use of a web-based calculator to improve homogeneity of definition. *Surgery*. 2010;147(4):503-515. DOI:10.1016/j.surg.2009.10.034
3. Lin Z, Tang B, Cai J, Wang X, Li C, Tian X, Yang Y, Wang X. Preoperative prediction of clinically relevant postoperative pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy. *European Journal Of Radiology*. 2021;(139):109693. DOI:10.1016/j.ejrad.2021.109693
4. Yunaiyama D, Saito K, Yamaguchi H, Nagakawa Y, Harada TL, Nagao T. Use of Gadaxetic Acid-enhanced MRI to Predict the Development of Postoperative Pancreatic Fistulas by Estimating the Degree of Pancreatic Fibrosis. *Current Medical Imaging*. 2021;17(10):1191-1199. DOI:10.2174/1573405617666210311114017
5. Wellner UF, Kayser G, Lapshyn H, Sick O, Makowicz F, Höpner J, Hopt UT, Keck T. A simple scoring system based on clinical factors related to pancreatic texture predicts postoperative pancreatic fistula preoperatively. *HPB (Oxford)*. 2010;12(10):696-702. DOI:10.1111/j.1477-2574.2010.00239.x

6. Marasco G, Ricci C, Buttitta F, Dajti E, Ravaioli F, Ingaldi C, Alberici L, Serra C, Festi D, Colecchia A, Casadei R. Is Ultrasound Elastography Useful in Predicting Clinically Relevant Pancreatic Fistula After Pancreatic Resection?: A Systematic Review and Meta-analysis. *Pancreas*. 2020;49(10):1342-1347. DOI:10.1097/MPA.0000000000001685

7. Zaro R, Dina L, Pojoga C, Vesa S, Badea R. Evaluation of the pancreatic tumors by transabdominal Shear Wave Elastography: preliminary results of a pilot study. *Medical Ultrasonography*. 2018;20(3):285-291. DOI:10.11152/mu-1492

8. Itoh Y, Itoh A, Kawashima H, Ohno E, Nakamura Y, Hiramatsu T, Sugimoto H, Sumi H, Hayashi D, Kuwahara T, Morishima T, Funasaka K, Nakamura M, Miyahara R, Ohmiya N, Katano Y, Ishigami M, Goto H, Hirooka Y. Quantitative analysis of diagnosing pancreatic fibrosis using EUS-elastography (comparison with surgical specimens). *Journal Of Gastroenterology*. 2014;49(7):1183-1192. DOI:10.1007/s00535-013-0880-4

9. Takasaki Y, Ishii S, Fujisawa T, Ushio M, Takahashi S, Yamagata W, Ito K, Suzuki A, Ochiai K, Tomishima K, Saito H, Isayama H. Endoscopic Ultrasonography Findings of Early and Suspected Early Chronic Pancreatitis. *Diagnostics (Basel)*. 2020;10(12):1018. Published 2020 Nov 27. DOI:10.3390/diagnostics10121018

10. Dominguez-Muñoz JE, Iglesias-García J, Castiñeira Alvarino M, Luaces Regueira M, Lariño-Noia J. EUS elastography to predict pancreatic exocrine insufficiency in patients with chronic pancreatitis. *Gastrointestinal Endoscopy*. 2015;81(1):136-142. DOI:10.1016/j.gie.2014.06.040

11. Bassi C, Marchegiani G, Dervenis C, Sarr M, Abu Hilal M, Adham M, Allen P, Andersson R, Asbun HJ, Besselink MG, Conlon K, Del Chiaro M, Falconi M, Fernandez-Cruz L, Fernandez-Del Castillo C, Fingerhut A, Friess H, Gouma DJ, Hackert T, Izbic J, Lillemoe KD, Neoptolemos JP, Olah A, Schulick R, Shrikhande SV, Takada T, Takaori K, Traverso W, Vollmer CR, Wolfgang CL, Yeo CJ, Salvia R, Buchler M; International Study Group on Pancreatic Surgery (ISGPS). The 2016 update of the International Study Group (ISGPS) definition and grading of postoperative pancreatic fistula: 11 Years After. *Surgery*. 2017;161(3):584-591. DOI:10.1016/j.surg.2016.11.014

12. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of surgical complications: A new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Annals of Surgery*. 2004;240(2):205-213. DOI:10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae

13. Chee C, Lombardo P, Schneider M, Danovani R. Comparison of the Fat-to-Lesion Strain Ratio and the Gland-to-Lesion Strain Ratio With Controlled Precompression in Characterizing Indeterminate and Suspicious Breast Lesions on Ultrasound Imaging. *Journal Of Ultrasound In Medicine*. 2019;38(12):3257-3266. DOI:10.1002/jum.15037

14. Barreto SG, Shukla PJ. Different types of pancreatico-enteric anastomosis. *Translational Gastroenterology and Hepatology*. 2017;(2):89. Published 2017. DOI:10.21037/tgh.2017.11.02

15. El Nakeeb A, Salah T, Sultan A, El Hemaly M, Askr W, Ez-zat H, Hamdy E, Atef E, El Hanafy E, El-Geidie A, Abdel Wahab M, Abdallah T. Pancreatic anastomotic leakage after pancreaticoduodenectomy. Risk factors, clinical predictors, and management (single center experience). *World Journal Of Surgery*. 2013;37(6):1405-1418. DOI:10.1007/s00268-013-1998-5

16. Ryu Y, Shin SH, Park DJ, Kim N, Heo JS, Choi DW, Han IW. Validation of original and alternative fistula risk scores in postoperative pancreatic fistula. *Journal of Hepato-Biliary-Pancreatic Sciences(-JHBPS)*. 2019;26(8):354-359. DOI:10.1002/jhbp.638

17. Sushma N, Gupta P, Kumar H, Sharma V, Mandavdhare H, Kumar-M P, Nada R, Yadav TD, Singh H. Role of ultrasound shear wave elastography in preoperative prediction of pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy. *Pancreatology*. 2020;20(8):1764-1769. DOI:10.1016/j.pan.2020.10.047

18. Fujita Y, Kitago M, Abe T, Itano O, Shinoda M, Abe Y, Yagi H, Hibi T, Ishii M, Nakano Y, Okuma K, Hashimoto M, Takeuchi A, Masugi Y, Jinzaki M, Sakamoto M, Kitagawa Y. Evaluation of Pancreatic Fibrosis With Acoustic Radiation Force Impulse Imaging and Automated Quantification of Pancreatic Tissue Components. *Pancreas*. 2018;47(10):1277-1282. DOI:10.1097/MPA.0000000000001179

19. Harada N, Ishizawa T, Inoue Y, Aoki T, Sakamoto Y, Hasegawa K, Sugawara Y, Tanaka M, Fukayama M, Kokudo N. Acoustic radiation force impulse imaging of the pancreas for estimation of pathologic fibrosis and risk of postoperative pancreatic fistula. *Journal Of The American College Of Surgeons*. 2014;219(5):887-94.e5. DOI:10.1016/j.jamcollsurg.2014.07.940

20. Kuwahara T, Hirooka Y, Kawashima H, Ohno E, Yokoyama Y, Fujii T, Nakamura S, Koderia Y, Nagino M, Goto H. Usefulness of endoscopic ultrasonography-elastography as a predictive tool for the occurrence of pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy. *Journal of Hepato-Biliary-Pancreatic Sciences(JHBPS)*. 2017;24(12):649-656. DOI:10.1002/jhbp.514

Сведения об авторах

Дроздов Евгений Сергеевич, к.м.н., врач-онколог, Томский областной онкологический диспансер; адрес: Российская Федерация, 634050, проспект Ленина 115; ассистент, Сибирский государственный медицинский университет; адрес: Российская Федерация, 634050, г. Томск, ул Московский тракт 2; тел.: 8(923) 4186405; e-mail: johnacro@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4157-9744>

Ли Наталья Анатольевна, заведующая отделением эндоскопической диагностики, Томский областной онкологический диспансер; адрес: Российская Федерация, 634050, проспект Ленина 115; e-mail: nat.an.li@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5733-8561>

Баранов Андрей Игоревич, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой хирургии, урологии, эндоскопии и детской хирургии, Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»; адрес: Российская Федерация, 654005, г. Новокузнецк, проспект Строителей 5; тел.: +7(913)3271975; e-mail: bar106@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0633-0994>

Мерзликин Николай Васильевич, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней с курсом травматологии и ортопедии, Сибирский государственный медицинский университет; адрес: Российская Федерация, 634050, г. Томск, ул Московский тракт 2; e-mail: nikolai_merzlikin@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5978-3685>

Кушеева Валентина Алексеевна, врач-эндоскопист, Томский областной онкологический диспансер; адрес: Российская Федерация, 634050, проспект Ленина 115; e-mail: scottishfold666@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0350-2896>

Шкатов Дмитрий Анатольевич, к.м.н., врач-онколог, Томский областной онкологический диспансер; адрес: Российская Федерация, 634050, проспект Ленина 115; ассистент, тел.: 8 (903) 9148710; e-mail: dshkatov1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0559-1503>

Клоков Сергей Сергеевич, к.м.н., главный врач, Медицинский центр им. Г.К. Жердова; адрес: Российская Федерация, 636013, Северск, Томская обл., переулок Чекист 3; доцент, Сибирский государственный медицинский университет; адрес: Российская Федерация, 634050, г. Томск, ул Московский тракт 2; тел.: 8 (3823) 564265; e-mail: general@gastro.tomsk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9913-8496>

Грищенко Максим Юрьевич, к.м.н., главный врач, Томский областной онкологический диспансер; адрес: Российская Федерация, 634050, проспект Ленина 115; заведующий кафедрой, Сибирский государственный медицинский университет; адрес: Российская Федерация, 634050, г. Томск, ул Московский тракт 2; e-mail: grishenko83@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0961-7336>

Author information

Evgeniy S. Drozdov, Cand. Med. Sci., oncologist, Tomsk Regional Oncology Hospital; Address: 115 Lenin Ave., Tomsk, Russian Federation, 634050; assistant, Siberian State Medical University; Address: 2 Moskovsky tract, Tomsk, Russian Federation 634050; Phone: 8 (923) 4186405; e-mail: johnacro@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4157-9744>

Natalya A. Li, Head of Intraluminal Endoscopic Diagnostic Department, Tomsk Regional Oncology Hospital; Address: 115 Lenin Ave., Tomsk, Russian Federation 634050; e-mail: nat.an.li@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5733-8561>

Andrey I. Baranov, Dr.Med.Sci., Professor, Novokuznetsk State Institute for Advanced Training of Doctors Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education "Russian Medical Academy of Continuing Professional Education"; Address: 5 Builders Avenue, Novokuznetsk, Russian Federation 654005; Phone: +7(913)3271975; e-mail: bar106@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0633-0994>

Nikolay V. Merzlikin, Dr.Med.Sci., Professor, head of the department of surgical diseases with a course of traumatology and orthopedics; Siberian State Medical University; Address: 2 Moskovsky tract, Tomsk, Russian Federation 634050; e-mail: nikolai_merzlikin@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5978-3685>

Valentina A. Kusheeva, endoscopist, Tomsk Regional Oncology Hospital; Address: 115 Lenin Ave., Tomsk, Russian Federation; e-mail: scottishfold666@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0350-2896>

Dmitry A. Shkatov, Cand.Med.Sci., oncologist, Tomsk Regional Oncology Hospital; Address: 115 Lenin Ave., Tomsk, Russian Federation 634050; Phone: 8 (903) 9148710; e-mail: dshkatov1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0559-1503>

Sergey S. Klokov, Cand.Med.Sci., Head of medicine, The medical center of G. K. Zherlov; Address: 3 pereulok Chekist, Seversk, Tomsk region, Russian Federation, 636013; Associate Professor, Siberian State Medical University; Address: 2 Moskovsky tract, Tomsk, Russian Federation 634050; Phone: 8 (3823) 564265; e-mail: general@gastro.tomsk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9913-8496>

Maxim Yu. Grishchenko, Cand.Med.Sci., Head of medicine, Tomsk Regional Oncology Hospital; Address: 115 Lenin Ave., Tomsk, Russian Federation 634050; head of the department, Siberian State Medical University; Address: 2 Moskovsky tract, Tomsk, Russian Federation 634050; e-mail: grishenko83@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0961-7336>

Дата поступления 11.02.2022

Дата рецензирования 25.04.2022

Принята к печати 30.05.2022

Received 11 February 2022

Revision Received 25 April 2022

Accepted 30 May 2022