

КТ-ПРЕДИКТОРЫ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ РЕЗЕКЦИЯХ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Гальчина Ю.С.¹, Кондратьев Е.В.¹, Кармазановский Г.Г.^{1,2}, Горин Д.С.¹,
Галкин Г.В.¹, Кригер А.Г.¹

Цель исследования. Оценить возможности компьютерной томографии с контрастным усилением (КТ с КУ) в прогнозировании специфических послеоперационных осложнений при резекциях поджелудочной железы.

Материалы и методы. Ретроспективно отобрана группа больных (61). Пациенты были разделены на 4 группы в соответствии с данными КТ о структуре поджелудочной железы (ПЖ): 1 – неизменная (27), 2 – фиброзно-измененная (18), 3 – с жировой дистрофией (5), 4 – атрофия (11). Оценивали течение послеоперационного периода (п/о): тяжелый панкреатит, кровотечения, панкреатический свищ. По данным КТ с КУ оценивали параметры: толщину ПЖ (мм), диаметр протока (мм), плотность железы в нативную фазу сканирования (density). Вычисляли коэффициенты: коэффициент накопления контрастного вещества тканью железы (КНП), коэффициент накопления контрастного вещества (КНф) в артериальную, венозную, выделительную фазы, коэффициент вымывания контрастного вещества паренхимой железы (КВ).

Результаты. Риск развития панкреатита в 2,97 раз выше при толщине железы более 17,5 мм; в 2,21 выше при диаметре протока более 3,25 мм; в 4,24 выше при density менее 39,5 HU; в 1,64 выше при КВ вен. менее 0,7; в 1,88 выше при КН выд. менее 0,6; в 2,22 выше при КНП более 0,9; в 2,47 выше при значениях КВ менее 0,43.

Риск развития панкреатического свища в 7,71 выше при протоке менее 3,25; в 3,08 выше при density менее 39,5 HU; в 3,08 выше при КН вен. более 0,54; в 5,29 выше при КН выд. более 0,39; в 5,32 выше при КНП более 0,9.

Риск развития кровотечения в 6,17 выше при density менее 39,5 HU; в 3,88 раз выше при КВ арт. более 0,47; в 7,19 раз выше при КН вен. более 0,51; в 4,78 раз выше при КН выд. более 0,41.

Выводы. КТ с контрастным усилением позволяет оценить структуру поджелудочной железы на дооперационном этапе. Толщина паренхимы железы, диаметр протока, плотность железы в нативную фазу сканирования, КНП, КВ вен., КН выд. показали наибольшую прогностическую ценность как предикторы послеоперационных осложнений.

Ключевые слова: компьютерная томография с контрастным усилением, осложнения, панкреатодуоденальная резекция, панкреатический свищ, панкреатит, кровотечение, плотность, предикторы.

Контактный автор: Гальчина Ю.С., e-mail: jgalchina@gmail.com

Для цитирования: Гальчина Ю.С., Кондратьев Е.В., Кармазановский Г.Г., Горин Д.С., Галкин Г.В., Кригер А.Г. КТ-предикторы послеоперационных специфических осложнений при резекциях поджелудочной железы. REJR 2020; 10(2):102-115. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-2-102-115.

Статья получена: 03.02.20

Статья принята: 17.06.20

1 – ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России, г. Москва, Россия.
2 – ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, г. Москва, Россия.

CT PREDICTORS OF POSTOPERATIVE SPECIFIC COMPLICATIONS
IN PANCREATIC RESECTIONSGalchina Yu.S.¹, Kondratyev E.V.¹, Karmazanovsky G.G.^{1,2},
Gorin D.S.¹, Galkin G.V.¹, Kriger A.G.¹1 - A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery.
2 - N.I. Pirogov Russian National Research Medical University.
Moscow, Russia.

Purpose. To evaluate the possibility of computed tomography (CT) with contrast enhancement in predicting specific postoperative complications of pancreatic resections.

Materials and methods. Retrospectively selected group of patients (61). Patients were divided into 4 groups according to the structure of the pancreas, assessed qualitatively based on CT data: 1 – intact (27), 2 – fibrous (18), 3 – pancreatic lipomatosis (5), 4 – atrophy (11). Postoperative complications were identified: pancreatitis, bleeding, pancreatic fistula. According to CT the following parameters were evaluated: pancreatic parenchyma thickness (mm), pancreatic duct diameter (mm), gland density in the native scanning phase HU (density).

The coefficients were calculated: relative arterial-to-venous enhancement (RAVE), relative parenchyma enhancement ratio (RPER), delay phase washout coefficient (DWAC) were calculated.

Results. The risk of developing pancreatitis is 2.97 times higher with a pancreatic parenchyma thickness more than 17.5 mm; 2.21 higher with a pancreatic duct diameter more than 3.25 mm; 4.24 higher with a density less than 39.5 HU; 1.64 higher with RPERven less than 0.7; 1.88 higher with a RPERdel of less than 0.6; 2.22 higher for RAVE more than 0.9; 2.47 higher with an DWAC of less than 0.43.

The risk of developing pancreatic fistula is 7.71 higher with a pancreatic duct diameter of less than 3.25; 3.08 higher with a density of less than 39.5 HU; 3.08 higher with RPERven greater than 0.54; 5.29 higher with a DWAC of more than 0.39; 5.32 higher with an RAVE of more than 0.9

The risk of bleeding is 6.17 higher with a density of less than 39.5 HU; 3.88 times higher with RPERart more than 0.47; 7.19 times higher with RPERven more than 0.51; 4.78 times higher with a RPERdel of more than 0.41.

Conclusions. CT allows to evaluate the structure of the pancreas at the preoperative period. Pancreatic parenchyma thickness, duct diameter, gland density in the native scanning phase, RPER, DWAC have the highest predictive value of postoperative complications.

Keywords: computed tomography with contrast enhancement, complications, pancreatoduodenal resection, pancreatic fistula, pancreatitis, bleeding, density, predictors.

Corresponding author: Galchina Yu. S., e-mail: jgalchina@gmail.com

For citation: Galchina Yu.S., Kondratyev E.V., Karmazanovsky G.G., Gorin D.S., Galkin G.V., Kriger A.G. CT predictors of postoperative specific complications in pancreatic resections. REJR 2020; 10(2):102-115. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-2-102-115.

Received: 03.02.20

Accepted: 17.06.20

Панкреатодуоденальная резекция (ПДР) – стандартное хирургическое вмешательство при злокачественных опухолях головки поджелудочной железы (ПЖ), терминального отдела общего желчного протока и большого сосочка 12-перстной кишки [1].

Впервые она была успешно выполнена Kausch в 1912 г. при раке ампулярной области [2]. Со времени внедрения в практику методика выполнения ПДР претерпела значительное ко-

личество модификаций. Из двухэтапного вмешательства данная операция стала одноэтапной, частота осложнений снизилась до 4% – 50% [3, 4, 5]. Летальность также снизилась с 51% – 61% до 1,4% [3, 6].

Однако даже при наличии современного обеспечения, высоких стандартов послеоперационной интенсивной терапии и диагностики, подготовленного квалифицированного персонала, необходимых медикаментов, частота осложнений остается высокой, достигая 40% – 50%

даже в крупных хирургических центрах. Наиболее значимыми осложнениями считаются тяжелый послеоперационный панкреатит, панкреатический свищ (ПС), аррозионное (аррозивное) кровотечение. Частота их колеблется от 5% до 40% [3, 7, 8].

За последние 20 лет проведен ряд крупных исследований, посвященных анализу факторов риска послеоперационных осложнений при резекции ПЖ, среди которых: возраст больного, сопутствующие сердечно-сосудистые заболевания, сахарный диабет, продолжительность хирургического вмешательства, кровопотеря. Одна из наиболее важных ролей среди факторов риска осложнений отводится структуре ПЖ [3, 7, 8].

В ответ на непосредственную травматизацию ПЖ во время хирургического вмешательства возникает послеоперационный панкреатит различной степени тяжести. Последствием послеоперационного панкреатита, а по сути, его проявлением, является панкреатический свищ (ПС), который, в свою очередь, является наиболее значимым фактором риска в возникновении послеоперационного аррозионного кровотечения.

По последнему пересмотру классификации ISGPS 2016 года определение ПС звучит как выделение любого доступного измерению количества отделяемого по дренажу с уровнем амилазы, в 3 раза превышающим нормальное содержание амилазы в сыворотке крови, более 3 суток после операции, влияющее на общее состояние больного. Выделяют два типа клинически значимых панкреатических свищей: тип В и тип С. Тип С является наиболее тяжелой группой свищей, больным требуется повторная операция, так как свищ повлечет за собой дисфункцию одной или нескольких систем органов. Кроме того, к типу С относят ПС, обусловившие смерть больного. Другие клинически значимые ПС, в том числе требующие интервенционных вмешательств, относятся к типу В.

Клинические ситуации, при которых по дренажу имеется отделяемое с высоким содержанием амилазы, не влияющее на общее состояние больного и продолжительностью менее 3 недель, к ПС в настоящее время не относятся и характеризуются термином «биохимическая несостоятельность» (biochemical leakage) [9].

При анализе научной литературы обнаружено большое количество исследований, посвященных оценке структуры поджелудочной железы (ПЖ) и связи этого фактора с частотой развития панкреатических свищей [6, 8, 10 - 14].

Оценка структуры поджелудочной железы на дооперационном этапе крайне важна для выделения группы риска пациентов. Разные коллективы ученых пытались оценить структу-

ру железы при помощи бесконтрастной компьютерной томографии (КТ) [14, 15, 16], КТ с контрастным усилением с оценкой накопления КВ паренхимой железы [17, 18, 19]. Ряд авторов, также, предлагает использовать дооперационные данные МРТ для оценки жировой инфильтрации паренхимы поджелудочной железы [20, 21]. Однако в подобных исследованиях были ограничения. Так Roberts K.J., Kim S.Y. [14, 15] оценивали структуру железы на нативных изображениях, не применяя контрастное усиление. На данный момент отсутствуют исследования, в которых проводилась комплексная оценка влияния и сравнения эффективности всех возможных параметров, вычисляемых по данным КТ с контрастным усилением, на прогноз развития послеоперационных осложнений. Так существуют работы, в которых эмпирически или по данным предыдущих работ авторы оценивали один или два параметра контрастного усиления паренхимы или показатели морфометрии ПЖ [17, 18, 19].

Целью нашего исследования является комплексная оценка возможностей компьютерной томографии с контрастным усилением (КТ с КУ) в прогнозировании специфических послеоперационных осложнений при резекциях поджелудочной железы путем выявления наиболее чувствительных параметров контрастирования паренхимы и морфометрии поджелудочной железы.

Оценка результатов объективных инструментальных данных нужна на дооперационном этапе для прогнозирования возникновения послеоперационных осложнений у больных с резекционными вмешательствами на ПЖ, с тем чтобы на дооперационном этапе выделить пациентов высокого риска для последующего проведения специфических профилактических и лечебных мероприятий.

Материалы и методы.

В НИИЦ хирургии им. А.В. Вишневского МЗ России за период 2016 – 2019 гг. было выполнено 196 ПДР. Тактика периоперационного ведения, техника хирургического вмешательства, используемый шовный материал были едины.

Ретроспективно была отобрана группа больных (61 пациент), архивные данные которых содержат полный дооперационный пакет КТ с наличием 4 фаз исследования (нативной, артериальной, венозной, отсроченной) с толщиной среза 1,25-2,5 мм. По данным КТ мы определили 4 типа структуры поджелудочной железы, в соответствии с которыми в дальнейшем разделили пациентов на группы.

1 группа – неизменная паренхима ПЖ. В группу было включено 27 пациентов, соотношение мужчин женщин 10:17. Средний возраст 58,7±9 лет (от 44 лет до 70 лет).

Паренхима ПЖ данной группы пациентов более выражено накапливала контрастное вещество в артериальную и венозную фазы сканирования ($100 \pm 18,44$ HU и 91 ± 17 HU соответственно). Панкреатический проток был не более 3 мм.

2 группа – фиброзно-измененная паренхима ПЖ. В группу были включены 18 пациентов, соотношение мужчин женщин 12:6. Средний возраст $59,9 \pm 10,9$ (от 44 лет до 80 лет).

Паренхима ПЖ пациентов данной группы более выражено накапливала КВ в венозную и отсроченную фазы сканирования ($85,06 \pm 20$ HU и $73,44 \pm 11,93$ HU соответственно), что говорило о наличии фиброза в структуре ПЖ. Панкреатический проток был не более 4-7 мм.

3 группа – ПЖ с жировой дистрофией. В группу было включено 5 пациентов, соотношение мужчин женщин 2:3. Средний возраст $57,4 \pm 11,4$ (от 38 лет до 68 лет).

Паренхима железы пациентов данной группы содержала большое количество жировых включений, за счет которых плотность в нативную фазу была ниже, нежели в группах сравнения ($16,20 \pm 9$ HU), накопление КВ ПЖ были снижены в артериальную ($47,8 \pm 7,05$ HU), венозную ($50,40 \pm 8,29$ HU), отсроченную ($38,60 \pm 6,58$ HU) фазы.

4 группа – атрофия паренхимы ПЖ. В группу были включены 11 пациентов, соотношение мужчин женщин 6:5. Средний возраст $65,8 \pm 8,7$ (от 43 лет до 79 лет).

Паренхима ПЖ пациентов данной группы была истончена, не превышала 5 мм по периферии от расширенного панкреатического протока (диаметр протока 7-12 мм), паренхима максимально накапливала контрастное вещество в отсроченную фазу сканирования ($74,91 \pm 8,04$ HU), что говорило о большом количестве фиброза в структуре железы.

По данным электронных историй болезни оценивали течение послеоперационного периода: тяжелый панкреатит (по критериям Atlanta), ПС, кровотечения.

Симптомокомплекс классифицировался как «панкреатит» в случае наличия у пациентов явлений гастростаза, повышения амилазы крови и СОЭ, лейкоцитоза, наличия жидкостных скоплений в брюшной полости, выявленных при помощи лучевых методов исследования.

Симптомокомплекс классифицировался как «панкреатический свищ» в случае наличия у пациента клинически значимого панкреатического свища типа В и С согласно классификации ISGPS 2016 года [21].

Симптомокомплекс классифицировался как «кровотечение» в случае наличия у пациента поступления крови по страховочной дренажной трубке, падения гемоглобина более чем на 20 единиц, подтвержденное методами КТ с

контрастным усилением и/или ангиографией.

С целью прогнозирования послеоперационных осложнений оценивали следующие КТ-параметры: толщину железы, диаметр панкреатического протока, характер накопления контрастного вещества паренхимой железы посредством количественного анализа различных коэффициентов плотности железы. Проводили количественную оценку плотности дистального отдела ПЖ путем измерения ROI (англ. region of interest, зона интереса). ROI измеряли в разных точках дистальных отделов поджелудочной железы. Вычисляли среднее значение плотности для каждой фазы сканирования.

Для оценки структуры дистальных отделов железы вычисляли коэффициент накопления контрастного вещества паренхимой железы (КНП), определяемый как отношение разницы плотностей венозной и нативной фаз к разнице плотностей артериальной и нативной фаз.

$КНП = \frac{HU_{вен} - HU_{натив}}{HU_{арт} - HU_{натив}}$,

$HU_{вен}$ – плотность паренхимы ПЖ в венозную фазу,

$HU_{арт}$ – плотность паренхимы ПЖ в артериальную фазу,

$HU_{натив}$ – плотность паренхимы ПЖ в нативную фазу.

Для каждой из фаз сканирования (артериальная, венозная, выделительная) вычислялся коэффициент накопления КН по формуле: плотность в фазу минус плотность в нативную фазу, деленные на плотность в фазу.

$КНф(арт., вен., выдел.) = \frac{HU_{фаза} - HU_{натив}}{HU_{фаза}}$,

$HU_{натив}$ – плотность паренхимы ПЖ в нативную фазу,

$HU_{арт}$ – плотность паренхимы ПЖ в артериальную фазу,

$HU_{вен}$ – плотность паренхимы ПЖ в венозную фазу,

$HU_{выдел}$ – плотность паренхимы ПЖ в выделительную фазу.

Оценивали коэффициент вымывания контрастного вещества паренхимой железы (КВ) рассчитанный как отношение разницы плотностей в выделительную и нативную фазы к разнице плотностей в артериальную и нативную фазы.

$КВ = \frac{HU_{выд} - HU_{натив}}{HU_{арт} - HU_{натив}}$,

$HU_{натив}$ – плотность паренхимы ПЖ в нативную фазу,

$HU_{арт}$ – плотность паренхимы ПЖ в артериальную фазу,

$HU_{выдел}$ – плотность паренхимы ПЖ в выделительную фазу.

Оценивали диаметр панкреатического протока измеренного на уровне брыжеечных сосудов и толщину ПЖ путем измерения в аксиальном сечении в артериальную или венозную фазы сканирования.

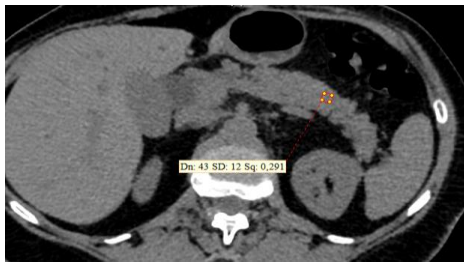


Рис. 1 а (Fig. 1 а)



Рис. 1 б (Fig. 1 б)



Рис. 1 в (Fig. 1 с)



Рис. 1 г (Fig. 1 д)

Рис. 1. Компьютерная томография с контрастным усилением.

а – нативная фаза, б – артериальная фаза, в – венозная фаза, г – выделительная фаза. Паренхима железы активно накапливает контрастное вещество в артериальную и венозную фазы сканирования, панкреатический проток менее 3 мм.

Fig. 1. CT, abdomen, contrast enhancement.

A – native phase, b – arterial phase, c – venous phase, d – excretory phase. The parenchyma of the gland actively accumulates a contrast agent in the arterial and venous phases, the pancreatic duct is less than 3 mm.



Рис. 2 а (Fig. 2 а)



Рис. 2 б (Fig. 2 б)



Рис. 2 в (Fig. 2 с)



Рис. 2 г (Fig. 2 д)

Рис. 2. Компьютерная томография с контрастным усилением.

а – нативная фаза, б – артериальная фаза, в – венозная фаза, г – выделительная фаза. Паренхима железы более выражено накапливает контрастное вещество в венозную и отсроченные фазы сканирования, панкреатический проток более 4 мм.

Fig. 2. CT, abdomen, contrast enhancement.

a – native phase, b – arterial phase, c – venous phase, d – excretory phase. The gland parenchyma more actively accumulates contrast agent in the venous and delayed phases, the pancreatic duct is more than 4 mm.

Статистическая обработка данных была проведена с использованием пакета программы IBM SPSS Statistics v 23. Количественные показатели были проверены на нормальность распределения. В связи с малым количеством наблюдений в группах для сравнения средних использовался критерий Крускала-Уоллеса. Затем проводили попарное сравнение по группам при помощи критерия Манна-Уитни. Использовали ROC- анализ для выявления значения параметров, в качестве прогностического фактора для предсказания тяжелого клинически значимого панкреатического свища. Был вычислен параметр – площадь под кривой (AUC) для определения качества модели (0,9-1,0 – отличное, 0,8-0,9 – очень хорошее, 0,7-0,8 – хорошее, 0,6-0,7 – среднее, 0,5-0,6 – удовлетворительное, до 0,5 – неудовлетворительное).

Результаты.

У 27 пациентов из 61 послеоперационный период протекал гладко, без специфических осложнений. У 34 пациентов послеоперационный период осложнился развитием послеоперационного панкреатита различной степени тяжести.

Тяжелый панкреатит развился у 34 пациентов (54,8%), ПС – у 13 (20,9%), послеоперационные кровотечения – у 10 пациентов (16%).

В первой группе у пациентов с неизменной структурой поджелудочной железы было выявлено наибольшее количество осложнений: в 22 случаях – панкреатит (81%), из них в 10 случаях – ПС (37%), в 6 случаях – послеоперационное кровотечение (22%) (табл. №1). Средние значения плотности железа в нативную фазу 40,37±7,18 HU, в артериальную фазу 100±18,44 HU, в венозную фазу сканирования 91±17 HU, в выделительную фазу 65 ±12 HU (рис. 1). Сравнения параметров по группам приведены в таблице №2.

Во второй группе у пациентов с фиброзо-измененной ПЖ было выявлено меньшее количество осложнений по сравнению с первой группой: в 8 случаях – панкреатит (12%), из них в 2 случаях ПС (3,1%), в 3 случаях послеоперационное кровотечение (4,6%) (табл. №1).

Средние значения плотности железа в нативную фазу 29,22±8,20 HU, в артериальную фазу 61,94±16,89 HU, в венозную фазу сканирования 85,06±20 HU, в выделительную фазу 73,44±11,93 HU (рис. 2). Сравнения параметров по группам приведены в таблице №2.

В третьей группе с жировой дистрофией паренхимы ПЖ было выявлено наименьшее количество осложнений: в 1 случае – панкреатит (20%) (табл. №1).

Средние значения плотности железа в нативную фазу – 16,20±9 HU, в артериальную фазу – 47,8±7,05 HU, в венозную фазу сканирования – 50,40±8,29 HU, в выделительную фазу –

38,60±6,58 HU (рис. 3). Сравнения параметров по группам приведены в таблице №2.

В четвертой группе с атрофией паренхимы ПЖ было выявлено меньшее количество осложнений, чем в первой и второй группах: в 2 случаях – панкреатит (13%), в 1 случае – кровотечение (6,7%) (табл. №1).

Средние значения плотности железа в нативную фазу 32,73±13,79 HU, в артериальную фазу 69,91±17,46 HU, в венозную фазу сканирования 85,55±17,20 HU, в выделительную фазу 74,91±8,04HU (рис. 4). Сравнения параметров по группам приведены в таблице №2.

Таким образом, в группе пациентов с мягкой структурой ПЖ частота осложнений была значительно выше ($p<0,05$) по сравнению с другими группами. Статистически значимых различий 3 группы с группами сравнения не выявлено, за счет малого количества наблюдений (табл. №1). Демографические показатели значимо не различались между группами. Плотность железа в нативную фазу сканирования была максимальна в 1 группе 40,37±7,18 HU и минимальна в 3 группе 16,20±9,01 HU ($p<0,05$), во 2 и 4 группах плотность статистически не отличалась: 29,22±8,20 HU и 32,73±13,79 HU соответственно ($p>0,05$). Толщина железа была максимальна в 1 группе и минимальна в 4 группе 20,5±4,5 мм и 10,8±3,9 мм, данный параметр был статистически значимым для 1, 2 и 4 групп ($p<0,05$), для 3 группы не показал значимых различий. Были выявлены статистические различия КН арт. между первой и второй, первой и четвертой, второй и третьей группами ($p<0,05$), при сравнении данного параметра между остальными группами статистически значимых различий не было выявлено. При анализе параметра КН вен. статистические различия были выявлены между 1 и 2 группами ($p<0,05$), при сравнении данного параметра между остальными группами статистически значимых различий не было. КН выд. имел более низкие значения в 1 группе по отношению к остальным ($p<0,05$), во 2, 3 и 4 группах статистических различий не было выявлено ($p>0,05$). Параметр КНП статистически не различался в 3 группе при сравнении с остальными и между 2 и 4 группами ($p>0,05$), при сравнении остальных групп статистические различия были выявлены ($p<0,05$). Параметр КВ статистически не различался во 2 и 3 группах ($p>0,05$), во всех остальных группах при сравнении были выявлены статистически значимые различия ($p<0,05$). Диаметр панкреатического протока был минимальный в 1 группе и максимальный в 4 – 2,8±2 мм и 7,8±3,2 мм соответственно, данный параметр статистически различался между группами ($p<0,05$) (табл. №2).

Для прогнозирования развития панкреатита были выявлены параметры с наибольшей

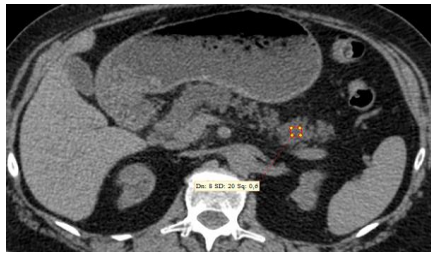


Рис. 3 а (Fig. 3 а)

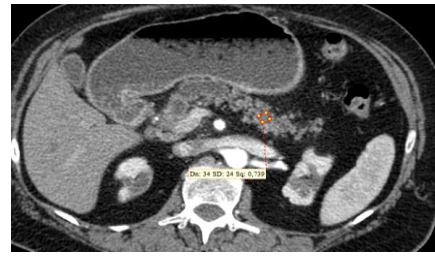


Рис. 3 б (Fig. 3 б)

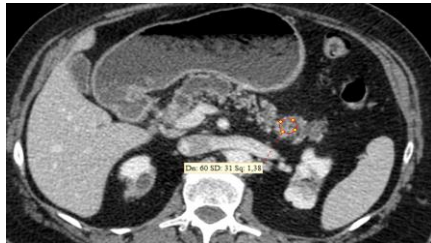


Рис. 3 в (Fig. 3 в)

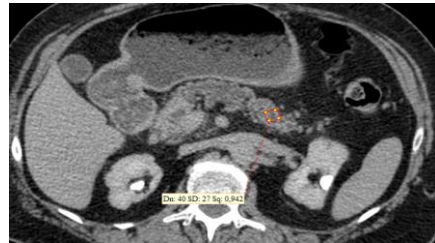


Рис. 3 г (Fig. 3 г)

Рис. 3. Компьютерная томография с контрастным усилением.

а – нативная фаза, б – артериальная фаза, в – венозная фаза, г – выделительная фаза. В структуре паренхимы железы многочисленные жировые включения, накопление контрастного вещества снижено, панкреатический проток более 6 мм.

Fig. 3. CT, abdomen, contrast enhancement.

а – native phase, б – arterial phase, в – venous phase, г – excretory phase. Fatty infiltration in the structure of the pancreas, the accumulation of contrast agent is reduced, the pancreatic duct is more than 6 mm.

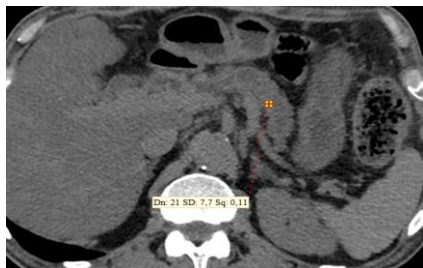


Рис. 4 а (Fig. 4 а)

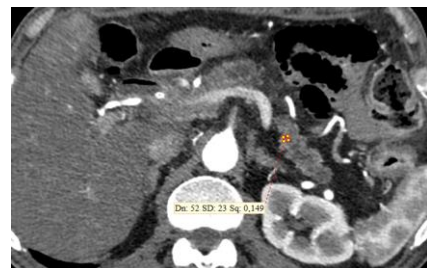


Рис. 4 б (Fig. 4 б)

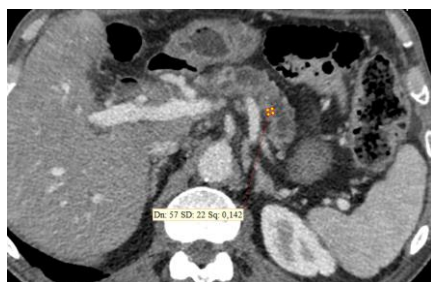


Рис. 4 в (Fig. 4 в)

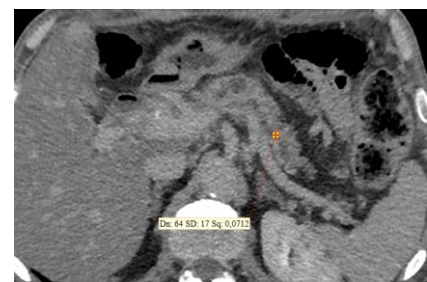


Рис. 4 г (Fig. 4 г)

Рис. 4. Компьютерная томография с контрастным усилением.

а – нативная фаза, б – артериальная фаза, в – венозная фаза, г – выделительная фаза. Паренхима железы более выражено накапливает контрастное вещество в венозную и отсроченные фазы сканирования, панкреатический проток более 4 мм.

Fig. 4. CT, abdomen, contrast enhancement.

а – native phase, б – arterial phase, в – venous phase, г – excretory phase. The gland parenchyma more actively accumulates contrast agent in the venous and delayed phases, the pancreatic duct is more than 4 mm.

Таблица №1. Сравнение количества осложнений по группам.

Группы / Осложнения	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	Критерий p
Панкреатит	22 (81%)	8 (12%)	1 (20%)	2 (13%)	1vs2 p<0,05; 1vs3 p<0,05; 1vs4 p<0,05
Панкреатический свищ	10 (37%)	2 (3,1%)	-	-	1vs2 p<0,05; 1vs3 p>0,05; 1vs4 p<0,05
Кровотечение	6(22%)	3(4,6%)	-	1 (6,7%)	1vs2 p>0,05; 1vs3 p>0,05; 1vs4 p>0,05

Таблица №2. Средние значения КТ-параметров по группам.

Параметр	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа
Пол	М:Ж 10:17 (1vs2 p>0,05; 1vs3 p>0,05; 1vs4 p>0,05)	М:Ж 12:6 (2vs3 p>0,05; 2vs4 p>0,05)	М:Ж 2:3 (2vs3 p>0,05; 2vs4 p>0,05)	М:Ж 6:5 (2vs3 p>0,05; 2vs4 p>0,05)
Возраст (годы)	58,7±9 (1vs2 p>0,05; 1vs3 p>0,05; 1vs4 p>0,05)	59,9±10,9 (2vs3 p>0,05; 2vs4 p>0,05)	57,4±11,4 (3vs4 p >0,05)	65,8±8,7 (4vs1,2,3 p>0,05)
Плотность железа в нативную фазу	40,37±7,18 (1vs2 p<0,05; 1vs3 p<0,05; 1vs4 p<0,05)	29,22±8,20 (2vs3 p<0,05; 2vs4 p>0,05)	16,20±9,01 (3vs4 p<0,05)	32,73±13,79 (4vs1 p<0,05; vs 2, p>0,05; vs 3 p<0,05)
Толщина поджелудочной железы (мм)	20,5±4,5 (1vs2 p<0,05; 1vs3 p<0,05; 1vs4 p<0,05)	17,1±5,2 (2vs3 p<0,05; 2vs4 p>0,05)	13,4±3,6 (3vs4 p>0,05)	10,8±3,9 (4vs1 p<0,05; vs 2, p>0,05; vs 3 p>0,05)
КН арт.	0,59±0,09 (1vs2 p<0,05; 1vs3 p>0,05; 1vs4 p<0,05)	0,51±0,12 (2vs3 p<0,05; 2vs4 p>0,05)	0,66±0,18 (3vs4 p>0,05)	0,54±0,17 (4vs1 p<0,05; vs p>0,05; vs 3 p>0,05)
КН вен.	0,54±0,11 (1vs2 p<0,05; 1vs3 p>0,05; 1vs4 p>0,05)	0,64±0,12 (2vs3 p>0,05; 2vs4 p>0,05)	0,68±0,18 (3vs4 p>0,05)	0,62±0,13 (4vs1 p>0,05, 2, p>0,05, 3 p>0,05)
КН выд.	0,37±0,13 (1vs2 p<0,05; 1vs3 p<0,05; 1vs4 p<0,05)	0,59±0,12 (2vs3 p>0,05; 2vs4 p>0,05)	0,59±0,18 (3vs4 p>0,05)	0,56±0,19 (4vs1 p<0,05, 2, p>0,05, 3 p>0,05)
КНП	0,9±0,66 (1vs2 p<0,05; 1vs3 p>0,05; 1vs4 p<0,05)	1,9±0,97 (2vs3 p>0,05; 2vs4 p>0,05)	1,16±0,53 (3vs4 p>0,05)	1,4±0,42 (4vs1 p<0,05; 2, p>0,05, 3 p>0,05)
КВ	0,43±0,21 (1vs2 p<0,05; 1vs3 p<0,05; 1vs4 p<0,05)	1,6±0,66 (2vs3 p>0,05; 2vs4 p<0,05)	0,77±0,38 (3vs4 p<0,05)	1,2±0,78 (4vs1 p<0,05, 2, p<0,05, 3 p<0,05)
Диаметр ПП (мм)	2,8±2 (1vs2 p<0,05; 1vs3 p>0,05; 1vs4 p<0,05)	5,6±2,8 (2vs3 p>0,05; 2vs4 p<0,05)	7,3±3,6 (3vs4 p>0,05)	7,8±3,2 (4vs1 p<0,05, vs 2, p<0,05, vs 3 p>0,05)

чувствительностью и специфичностью, хорошей моделью AUC кривой, для прогнозирования рисков.

Риск развития панкреатита в 2,97 раз выше при толщине железы более 17,5 мм (AUC-0,76, Cutoff-17,5 mm, RR=2,97); в 2,21 раз выше при диаметре протока более 3,25 мм (AUC-0,71, Cutoff-3,25 mm, RR=2,21); в 4,24 раза выше при плотности железы в нативную фазу сканирования менее 39,5 HU (AUC-0,74, Cutoff-39,5 HU, RR=4,24); в 1,64 раз выше при КВ вен. менее 0,7 (AUC-0,69 Cutoff-0,7, RR=1,64); в 1,88 раз выше при значениях КН выд. менее 0,6 (AUC-0,75 Cutoff-0,61, RR=1,88); в 2,22 раза выше при значениях КНП более 0,9 (AUC-0,67, Cutoff-0,9, RR=2,22); в 2,47 раз выше при значениях КВ менее 0,43 (AUC-0,70, Cutoff-0,43, RR=2,47).

Для прогнозирования панкреатического свища и кровотечения также были выявлены параметры с наибольшей чувствительностью и специфичностью, хорошей моделью AUC-кривой для прогнозирования рисков.

Риск развития панкреатического свища в 7,71 раз выше при диаметре протока менее 3,25 (AUC-0,77, Cutoff-3,25 mm, RR=7,71); в 3,08 раз выше при плотности железы в нативную фазу сканирования менее 39,5 HU (AUC-0,68, Cutoff-39,5 HU, RR=3,08); в 3,08 раз выше при КН вен. более 0,54 (AUC-0,68 Cutoff-0,54, RR=3,08); в 5,29 раз выше при значениях КН выд. более 0,39 (AUC-0,73 Cutoff-0,39, RR=5,29); в 5,32 раза выше при КНП более 0,9 (AUC-0,69 Cutoff-0,9, RR=5,32).

Риск развития кровотечения в 6,17 раз выше при плотности железы в нативную фазу сканирования менее 39,5 HU (AUC-0,75, Cutoff-39,5 HU, RR=6,17); в 3,88 раз выше при Кварт. более 0,47 (AUC-0,67 Cutoff-0,47, RR=3,88); в 7,19 раз выше при КН вен. более 0,51 (AUC-0,78 Cutoff-0,51, RR=7,19); в 4,78 раз выше при значениях КН выд. более 0,41 (AUC-0,70 Cutoff-0,41, RR=4,78). Значения чувствительности и специфичности параметров для развития осложнений представлены в таблице №3. Наиболее значимые параметры выделены желтым цветом.

Обсуждение.

Послеоперационные осложнения являются одной из наиболее значимых проблем в хирургической панкреатологии. На протяжении многих лет предпринимаются попытки снизить частоту послеоперационных осложнений путем снижения травматичности хирургического вмешательства, изучения факторов риска, проведения периоперационной специфической медикаментозной профилактики и терапии [22, 23].

В последнее время хирурги большую значимость придают структуре поджелудочной железы (ПЖ). Различные группы исследователей

пытались проанализировать структуру железы на дооперационном этапе и провести корреляцию с частотой и тяжестью послеоперационных осложнений [12 - 14, 17, 18]. Так, Abhishek Mathur и Gaujoux S. С. с соавторами в своих исследованиях показали, что большое количество внутри и перилобулярного жира в паренхиме ПЖ является одним из ведущих факторов риска развития панкреатического свища [26, 27]. Наши данные несколько расходятся с вышеописанными авторами. В группе пациентов с жировой дистрофией поджелудочной железы было выявлено лишь одно осложнение в виде панкреатита, панкреатического свища же не было зарегистрировано. Однако такие данные могут быть обусловлены малой выборкой пациентов в данной группе.

В исследованиях Uchida E. и Friess H. с соавторами выявили, что у пациентов с большим количеством фиброза в паренхиме железы течение послеоперационного периода гладкое, при снижении количества фиброза в железе увеличивается количество осложнений [10, 11]. Наши результаты не противоречат данным авторов. При фиброзной и атрофически измененной паренхиме поджелудочной железы частота осложнений была значительно ниже, нежели в группе больных с неизменной паренхимой ПЖ.

Описаны работы по применению бесконтрастной компьютерной томографии в оценке структуры железы [13, 14]. Roberts K. J. с соавторами применяли бесконтрастную КТ в оценке толщины железы на дооперационном этапе у пациентов с образованиями головки поджелудочной железы. Было показано, что толщина железы положительно коррелировала с развитием панкреатического свища (AUROC 0,612). Диаметр протока железы был обратно связан с развитием панкреатического свища (AUROC 0,792) [14]. В проведенном нами исследовании также было показано, что толщина железы и узкий панкреатический проток является предиктором развития панкреатита и панкреатического свища. Наибольшее количество осложнений было в первой группе со средней толщиной железы 20,5±4,5 мм и не расширенным панкреатическим протоком.

Оценка плотности железы в нативную фазу сканирования описаны в ряде исследований [13, 28]. Так, Yardimci S. с соавторами оценивали коэффициент плотности, рассчитанный как плотность дистальных отделов железы, деленная на плотность селезенки. Селезенка была выбрана как орган без жировых включений, структура которого не зависит от индекса массы тела. Авторы показали, что в группе пациентов с панкреатическим свищем значения коэффициента плотности были значимо ниже, нежели в группе сравнения: 0.40 против 0.74

Таблица №3. Чувствительность и специфичность различных параметров для прогнозирования осложнений.

Осложнение	Параметры	толщина железы	нат железы	КН арт	КН вен	КН выд	КНП	КВ	диаметр протока
Панкреатит	значения	17,5	39,5	-	0,7025	0,6142	0,955	0,4275	3,25
	Чувствительность (%)	63,6	60,6	-	93,9	93,9	80	100	79,2
	специфичность(%)	78,6	85,7	-	42,9	50%	63,9	59,6	64,1
	Площадь под кривой	0,760	0,744	0,554	0,695	0,758	0,670	0,709	0,719
Панкреатический свищ	значения	14,5	39,5	0,6245	0,5464	0,3877	0,909	-	3,25
	чувствительность(%)	28,6	33	25	33	47	41	-	41,7
	специфичность(%)	100	89,2	90,5	89	91	92	-	94,6
	Площадь под кривой	0,679	0,684	0,529	0,682	0,730	0,696	-	0,776
Кровотечение	значения	15,5	39,5	0,4755	0,51267	0,41602	0,907	0,55	3,25
	чувствительность(%)	22,5	33	35,3	47	33	27	23	29
	специфичность(%)	4,8	94,6	91	94	93	90	89	92
	Площадь под кривой	0,657	0,758	0,676	0,784	0,707	0,602	0,552	0,649

[13]. В нашем исследовании плотность в нативную фазу являлась предиктором развития послеоперационных осложнений. Так при плотности железы менее 39,5 HU, риски развития осложнений значимо возрастали. Однако мы в исследовании не вычисляли коэффициенты по отношению к какому-либо органу, а измеряли среднее арифметическое плотности дистального отдела железы.

Применение КТ с контрастным усилением для анализа структуры железы на дооперационном этапе описано в ряде исследований [17, 18, 19, 29].

Так, в 2011 году было проведено крупное ретроспективное исследование, в котором оценивали структуру поджелудочной железы по степени контрастного усиления при КТ, сопоставляя с гистологическими данными для оценки корреляции осложненного течения после ПДР. В исследование было включено 157 пациентов. У 21 пациента (13,4%) развился панкреатический свищ. Пациенты были распределены на две группы: первая – без свища, вторая – с ПС (тип В, С) (по классификации ISGPS от 2005 г.). По данным КТ измеряли плотность тела хвоста поджелудочной железы в нативную, артериальную, венозную фазы сканирования, с вычислением коэффициента накопления по формуле: венозная фаза – нативная фаза/артериальная фаза – нативная фаза. Также измеряли диаметр панкреатического протока в миллиметрах. Было выявлено, что в группе у пациентов со свищом, паренхима железы мак-

симально накапливала контрастное вещество в артериальную фазу сканирования с вымыванием к венозной фазе сканирования. В группе же без свища максимальное накопление контрастного препарата определялось в венозную и отсроченную фазы сканирования. Среднее значение коэффициента было ниже во второй группе по сравнению с первой группой. Так же было показано, что у пациентов с диаметром панкреатического протока более 3 мм в структуре железы была более высокая степень фиброза [29].

В нашем исследовании также было подтверждено, что у пациентов с диаметром панкреатического протока менее 3 мм риск развития послеоперационных осложнений гораздо выше. Это может быть связано как с техническими трудностями формирования панкреато-еюноанастомоза, так и с низкой степенью фиброза паренхимы поджелудочной железы. У пациентов с неизменной железой, паренхима которых более активно накапливала контрастное вещество в артериальную и венозную фазы сканирования, также значительно чаще встречалось осложненное течение послеоперационного периода. По сравнению с вышеописанным исследованием в нашем исследовании также оценивалась толщина железы, было выявлено, что при толщине железы более 17 мм, риск развития панкреатита возрастает в 3 раза.

В схожем исследовании авторы измеряли плотность дистального отдела железы в нативную (Pre), артериальную (AP),

выделительную фазу (EP). Вычисляли коэффициенты (AP - Pre)/Pre, (EP - Pre)/Pre, (EP - Pre)/(AP - Pre). Средние значения (EP - Pre) / Pre и (EP - Pre) / (AP - Pre) в группе пациентов без ПС были значительно выше, чем в группе с ПС ($2,26 \pm 3,63$ против $1,04 \pm 0,51$; $p = 0,001$ и $1,12 \pm 1,40$ против $0,71 \pm 0,29$; $p = 0,006$ соответственно). При анализе логистической регрессии значения (EP - Pre) / Pre и (EP - Pre) / (AP - Pre) оказались значимыми предикторами развития ПС (отношение шансов (OR) = 0,243, $p = 0,002$ и OR = 0,176, $p = 0,014$ соответственно) [17].

В проведенном нами исследовании параметр КН выд. (у вышеописанных авторов (EP - Pre) / Pre) также являлся значимыми для развития свища, при значениях коэффициента более 0,39 риск развития ПС возрастал в 5,29 раз. Однако параметр КВ (у вышеописанных авторов (EP - Pre) / (AP - Pre)) в нашем исследовании для развития свища оказался не значимым.

Еще одна группа авторов оценивала контрастные характеристики поджелудочной железы, измеряя плотность железы в нативную (NC), артериальную (ART), венозную фазы (PV), а также вычисляли отношения PV / NC, ART / NC, PV / ART, L / E = PV-NC/ ART-NC. Пациентов разделили на группы: с панкреатическим свищом и без. Наиболее значимым параметром для прогнозирования свища была плотность железы в нативную фазу сканирования (AUROC 0.704, $p = 0.036$). Точкой разбоя были выявлены значения менее 40 HU, чувствительность 70,0%, специфичность 73,4%. Отношение PV / NC было также значимым предиктором ПС (AUROC 0,712, $p = 0,030$), его значения были ниже у пациентов с ПС по сравнению с контрольной группой (2,11 против 2,78, $p = 0,030$) [18].

Полученные нами данные сопоставимы с данными авторов. Так, при значениях коэффициента КНП (у вышеописанных авторов L / E)

Список Литературы:

1. Yeo C. J., Cameron J.L., Maher M.M., Sauter P.K., Zahurak M.L., Talamini M.A., Lillemoe K.D., Pitt H.A. A prospective randomized trial of pancreaticogastrostomy versus pancreaticojejunostomy after pancreaticoduodenectomy. *Ann Surg.* 1995; 222:580-588
2. Kausch W. Das Carcinom der Papilla duodeni und seine radikale Entfernung. *Beitr Klin Chir.* 1912; 78: 439-486
3. Yeo C.J., Cameron J.L., Sohn T.A., Lillemoe K.D., Pitt H.A., Talamini M.A., Hruban R.H., Ord S.E., Sauter P.K., Coleman J., Zahurak M. L., Grochow L.B., Abrams R.A. Six hundred fifty consecutive pancreaticoduodenectomies in the 1990s: pathology, complications, and outcomes. *Ann Surg.* 1997; 226: 248-257
4. Cameron J.L., Pitt H.A., Yeo C.J., Lillemoe K.D., Kaufman H.S., Coleman J. One hundred and forty-five consecutive pancreaticoduodenectomies without mortality. *Ann Surg.* 1993; 217:

более 0,9 риск развития ПС возрастает в 5 раз (AUC-0,69). КН вен. (у вышеописанных авторов схожий PV / NC) в нашем исследовании также являлся значимым параметром, при значениях коэффициента более 0,54 риск развития свища увеличивается в 3 раза.

Выводы.

Послеоперационные осложнения при ПДР встречаются часто и зависят от многочисленных факторов, наиболее значимым местным фактором считают структуру ПЖ и диаметр панкреатического протока. В проведенном нами исследовании изучали наиболее частые специфические осложнения при ПДР такие, как тяжелый панкреатит, панкреатический свищ, послеоперационные аррозийные кровотечения. Наиболее статистически значимыми параметрами, влияющими на развития послеоперационных осложнений, являются толщина железы более 17,5 мм, диаметр панкреатического протока менее 3,25 мм, плотность железы в нативную фазу сканирования менее 39,5 HU, КН арт. более 0,47 мм для кровотечения, КН вен. менее 0,7 для панкреатита, более 0,54 и 0,51 для панкреатического свища и кровотечения, КН выд. менее 0,6 для панкреатита, более 0,54 и 0,41 для панкреатического свища и кровотечения, КНП более 0,9 для панкреатита и панкреатического свища, КВ менее 0,43 для панкреатита. Таким образом, оценка дооперационной КТ с контрастным усилением и изучение вышеописанных параметров может помочь в выделении группы повышенного риска пациентов по осложненному течению послеоперационного периода.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

430-435.

5. Trede M., Schwall G., Saeger H.D. Survival after pancreaticoduodenectomy. 118 consecutive resections without an operative mortality. *Ann Surg.* 1990; 211: 447-458.
6. Craighead C.C., Lien R.C. Pancreatoduodenal resection: comments on indications, operative diagnosis, staged procedures, morbid and lethal factors, and survival. *Ann Surg.* 1958; 47: 931-934.
7. Yeh T.S., Jan Y.Y., Jeng L.B., Hwang T.L., Wang C.S., Chen S.C., Chao T.C., Chen M.F. Pancreaticojejunal anastomotic leak after pancreaticoduodenectomy: multivariate analysis of perioperative risk factors. *J Surg Res.* 1997; 67: 119-125
8. Hashimoto Y., Traverso L. W. Incidence of pancreatic anastomotic failure and delayed gastric emptying after pancreaticoduodenectomy in 507 consecutive patients: use of a web-based calculator to improve homogeneity of definition. *Surgery.* 2010;

147(4): 503-515.

9. Bassi C., Marchegiani G., Dervenis C., Sarr M., Hilal M. A., Adham, M., Allen P., Andersson R., Asbun H. J., Besselink M. G., Conlon K., Chiaro M. D., Falconi M., Fernandez-Cruz L., Castillo C. F., Fingerhu Abe., Friess H., Gouma D., Buchler M. 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.

10. Friess H., Malfertheiner P., Isenmann R., Kühne H., Beger H. G., Büchler M. W. The risk of pancreaticointestinal anastomosis can be predicted preoperatively. *Pancreas*. 1996.13(2): 202-208

11. Uchida E., Tajiri T., Nakamura Y., Aimoto T., Naito Z. Relationship between grade of fibrosis in pancreatic stump and postoperative pancreatic exocrine activity after pancreaticoduodenectomy. *Journal of Nippon Medical School*. 2002; 69(6): 549-556.

12. Rosso E., Casnedi S., Pessaux P., Oussoultzoglou E., Panaro F., Mahfud M., Jaeck D., Bachellier, P. The role of “fatty pancreas” and of BMI in the occurrence of pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy. *Journal of Gastrointestinal Surgery*. 2009; 13(10): 1845-1851.

13. Yardimci S., Kara Y.B., Tuney D., Attaallah W., Ugurlu M.U., Dulundu E., Yegenlet S. C. A simple method to evaluate whether pancreas texture can be used to predict pancreatic fistula risk after pancreatoduodenectomy. *J Gastrointest Surg*. 2015; 19: 1625-1631

14. Roberts K.J., Storey R., Hodson J., Smith A.M., Morris-Stiff G. Pre-operative prediction of pancreatic fistula: is it possible? *Pancreatolgy*. 2013; 13: 423-428

15. Kim S.Y., Kim H., Cho J.Y., Lim S., Cha K., Lee K.H., Kim Y. H., Kim J. H., Yoon Y.S., Han H.S., Kang H. S. Quantitative assessment of pancreatic fat by using unenhanced CT: pathologic correlation and clinical implications. *Radiology* 2014; 271: 104-112

16. Deng Y., Zhao B., Yang M., Li C., Zhang L. Association between the incidence of pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy and the degree of pancreatic fibrosis. *Journal of Gastrointestinal Surgery*. 2018; 22(3): 438-443.

17. Kang J. H., Park J. S., Yu J. S., Chung J. J., Kim J. H., Cho E. S., Yoon D. S. Prediction of pancreatic fistula after pancreatoduodenectomy by preoperative dynamic CT and fecal elastase-1 levels. *PloS one*. 2017; 12(5): e0177052

18. Nahm C. B., Lui I., Naidoo C. S., Roseverne L., Alzaabi S., Maher R., Mann G., Blome S., Gill J.A. Samra S. J., Mittal, A. Density and enhancement of the pancreatic tail on computer tomography predicts acinar score and pancreatic fistula after pancreatoduodenectomy. *HPB*. 2019; 21(5): 604-611.

19. Maehira H., Iida H., Mori H., Kitamura N., Miyake T., Shimizu T., Tani M. Computed Tomography Enhancement Pattern of the Pancreatic Parenchyma Predicts Postoperative Pancreatic Fistula After Pancreaticoduodenectomy. *Pancreas*. 2019; 48(2): 209-215
doi: 10.1097/MPA.0000000000001229

20. Lee SE, Jang JY, Lim CS, Kang MJ, Kim SH, Kim MA, et al. Measurement of pancreatic fat by magnetic resonance imaging:

predicting the occurrence of pancreatic fistula after pancreatoduodenectomy. *Ann Surg* 2010;251:932-936

21. Yoon J.H., Lee J.M., Lee K.B., Kim S.W., Kang M.J., Jang J.Y., Kannengiesser S., Han J.K., Choi B. I. Pancreatic steatosis and fibrosis: quantitative assessment with preoperative multiparametric MR imaging. *Radiology*. 2016; 279: 140-150
<https://doi.org/10.1148/radiol.2015142254>

22. Крузер А. Г., Ахтанин Е. А., Земсков В. М., Горин Д. С., Смирнов А. В., Берелавичус С. В., Козлова М. Н., Шишкина Н. С., Глотов А. В.. Факторы риска и профилактика послеоперационного панкреатита при резекционных вмешательствах на поджелудочной железе. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2016; 7: 4-10. [Kriger A. G., Ahtanin E. A., Zemskov V. M., Gorin D. S., Smirnov A. V., Berelavichus S. V., Kozlova M. N., Shishkina N. S., Glotov A. V. Risk factors and prevention of postoperative pancreatitis with resection interventions on the pancreas. *Hirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2016; 7: 4-10.] <https://doi.org/10.17116/>

23. Laaninen M., Sand J., Nordback I., Vasama K., Laukkanen J. Perioperative Hydrocortisone Reduces Major Complications After Pancreaticoduodenectomy: A Randomized Controlled Trial. *Ann Surg*. 2016; 264 (5): 696-702.
<https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001883>

24. Schröder F.F., de Graaff F., Bouman D.E., Brusse-Keizer M., Slump K.H., Klaase J.M.. The Preoperative CT-Scan Can Help to Predict Postoperative Complications after Pancreatoduodenectomy. *Biomed Res Int*. 2015; 2015: 824525.

25. McMillan M.T., Fisher W.E., Van Buren G. 2nd, McElhany A., Bloomston M., Hughes S.J., Winter J., Behrman S.W., Zyromski N.J., Velanovich V., Brown K., Morgan K.A., Vollmer C. The value of drains as a fistula mitigation strategy for pancreatoduodenectomy: something for everyone? Results of a randomized prospective multi-institutional study. *J Gastrointest Surg*. 2015; 19(1): 21-30; discussion 30-1. <https://doi.org/10.1007/s11605-014-2640-z>

26. Mathur A., Pitt H. A., Marine M., Saxena R., Schmidt M., Howard T. J., Nakeeb A., Zyromski N. J., Lillemoe K. D. “Fatty pancreas: a factor in postoperative pancreatic fistula”. *Annals of Surgery*. 2007; 246 (6): 1058–1064. doi: 10.1097/SLA.0b013e31814a6906

27. Gaujoux S., Cortes A., Couvelard A., Noullet S., Clavel L., Rebours V., Lévy P., Sauvanet A., Ruszniewski P., Belghiti J. Fatty pancreas and increased body mass index are risk factors of pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy. *Surgery*. 2010; 148(1): 15-23

28. Hong W., Ha H. I., Lee J. W., Lee S. M., Kim M. J. Measurement of Pancreatic Fat Fraction by CT Histogram Analysis to Predict Pancreatic Fistula after pancreaticoduodenectomy. *Korean journal of radiology*. 2019; 20(4): 599-608.

29. Hashimoto Y., Sclabas G.M., Takahashi N., Kirihara Y., Smyrk T. C., Huebner M., Farnell M. B. Dual-phase computed tomography for assessment of pancreatic fibrosis and anastomotic failure risk following pancreatoduodenectomy. *J Gastrointest Surg*. 2011; 15: 2193.

References:

1. Yeo C. J., Cameron J.L., Maher M.M., Sauter P.K., Zahurak M.L., Talamini M.A., Lillemoe K.D., Pitt H.A. A prospective randomized trial of pancreaticogastrostomy versus pancreaticojeju-

nostomy after pancreaticoduodenectomy. *Ann Surg*. 1995; 222:580–588

2. Kausch W. Das Carcinom der Papilla duodeni und seine

radikale Entfernung. *Beitr Klin Chir.* 1912; 78: 439-486

3. Yeo C.J., Cameron J.L., Sohn T.A., Lillemoe K.D., Pitt H.A., Talamini M.A., Hruban R.H., Ord S.E., Sauter P.K., Coleman J., Zahurak M. L., Grochow L.B., Abrams R.A. Six hundred fifty consecutive pancreaticoduodenectomies in the 1990s: pathology, complications, and outcomes. *Ann Surg.* 1997; 226: 248–257

4. Cameron J.L., Pitt H.A., Yeo C.J., Lillemoe K.D., Kaufman H.S., Coleman J. One hundred and forty-five consecutive pancreaticoduodenectomies without mortality. *Ann Surg.* 1993; 217: 430–435.

5. Trede M., Schwall G., Saeger H.D. Survival after pancreaticoduodenectomy. 118 consecutive resections without an operative mortality. *Ann Surg.* 1990; 211: 447–458.

6. Craighead C.C., Lien R.C. Pancreatoduodenal resection: comments on indications, operative diagnosis, staged procedures, morbid and lethal factors, and survival. *Ann Surg.* 1958; 47: 931-934.

7. Yeh T.S., Jan Y.Y., Jeng L.B., Hwang T.L., Wang C.S., Chen S.C., Chao T.C., Chen M.F. Pancreaticojejunal anastomotic leak after pancreaticoduodenectomy: multivariate analysis of perioperative risk factors. *J Surg Res.* 1997; 67: 119–125

8. Hashimoto Y., Traverso L. W. Incidence of pancreatic anastomotic failure and delayed gastric emptying after pancreaticoduodenectomy in 507 consecutive patients: use of a web-based calculator to improve homogeneity of definition. *Surgery.* 2010; 147(4): 503-515.

9. Bassi C., Marchegiani G., Dervenis C., Sarr M., Hilal M. A., Adham, M., Allen P., Andersson R., Asbun H. J., Besselink M. G., Conlon K., Chiaro M. D., Falconi M., Fernandez-Cruz L., Castillo C. F., Fingerhu Abe., Friess H., Gouma D., Buchler M. 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.

10. Friess H., Malfertheiner P., Isenmann R., Kühne H., Beger H. G., Büchler M. W. The risk of pancreaticointestinal anastomosis can be predicted preoperatively. *Pancreas.* 1996.13(2): 202-208

11. Uchida E., Tajiri T., Nakamura Y., Aimoto T., Naito Z. Relationship between grade of fibrosis in pancreatic stump and postoperative pancreatic exocrine activity after pancreaticoduodenectomy. *Journal of Nippon Medical School.* 2002; 69(6): 549-556.

12. Rosso E., Casnedi S., Pessaux P., Oussoultzoglou E., Panaro F., Mahfud M., Jaeck D., Bachellier, P. The role of “fatty pancreas” and of BMI in the occurrence of pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy. *Journal of Gastrointestinal Surgery.* 2009; 13(10): 1845-1851.

13. Yardimci S., Kara Y.B., Tuney D., Attaallah W., Ugurlu M.U., Dulundu E., Yegenlet S. C. A simple method to evaluate whether pancreas texture can be used to predict pancreatic fistula risk after pancreaticoduodenectomy. *J Gastrointest Surg.* 2015; 19: 1625-1631

14. Roberts K.J., Storey R., Hodson J., Smith A.M., Morris-Stiff G. Pre-operative prediction of pancreatic fistula: is it possible? *Pancreatol.* 2013; 13: 423-428

15. Kim S.Y., Kim H., Cho J.Y., Lim S., Cha K., Lee K.H., Kim Y. H., Kim J. H., Yoon Y.S., Han H.S., Kang H. S. Quantitative assessment of pancreatic fat by using unenhanced CT: pathologic correlation and clinical implications. *Radiology* 2014; 271: 104-112

16. Deng Y., Zhao B., Yang M., Li C., Zhang L. Association be-

tween the incidence of pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy and the degree of pancreatic fibrosis. *Journal of Gastrointestinal Surgery.* 2018; 22(3): 438-443.

17. Kang J. H., Park J. S., Yu J. S., Chung J. J., Kim J. H., Cho E. S., Yoon D. S. Prediction of pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy by preoperative dynamic CT and fecal elastase-1 levels. *PLoS one.* 2017; 12(5): e0177052

18. Nahm C. B., Lui I., Naidoo C. S., Roseverne L., Alzaabi S., Maher R., Mann G., Blome S., Gill J.A. Samra S. J., Mittal, A. Density and enhancement of the pancreatic tail on computer tomography predicts acinar score and pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy. *HPB.* 2019; 21(5): 604-611.

19. Maehira H., Iida H., Mori H., Kitamura N., Miyake T., Shimizu T., Tani M. Computed Tomography Enhancement Pattern of the Pancreatic Parenchyma Predicts Postoperative Pancreatic Fistula After Pancreaticoduodenectomy. *Pancreas.* 2019; 48(2): 209-215
doi: 10.1097/MPA.0000000000001229

20. Lee SE, Jang JY, Lim CS, Kang MJ, Kim SH, Kim MA, et al. Measurement of pancreatic fat by magnetic resonance imaging: predicting the occurrence of pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy. *Ann Surg* 2010;251:932-936

21. Yoon J.H., Lee J.M., Lee K.B., Kim S.W., Kang M.J., Jang J.Y., Kannengiesser S., Han J.K., Choi B. I. Pancreatic steatosis and fibrosis: quantitative assessment with preoperative multiparametric MR imaging. *Radiology.* 2016; 279: 140-150
<https://doi.org/10.1148/radiol.2015142254>

22. Kriger A. G., Ahtanin E. A., Zemskov V. M., Gorin D. S., Smirnov A. V., Berelavichus S. V., Kozlova M. N., Shishkina N. S., Glotov A. V. Risk factors and prevention of postoperative pancreatitis with resection interventions on the pancreas. *Hirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova.* 2016; 7: 4-10
<https://doi.org/10.17116/> (in Russian).

23. Laaninen M., Sand J., Nordback I., Vasama K., Laukkanen J. Perioperative Hydrocortisone Reduces Major Complications After Pancreaticoduodenectomy: A Randomized Controlled Trial. *Ann Surg.* 2016; 264 (5): 696-702.
<https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001883>

24. Schröder F.F., de Graaff F., Bouman D.E., Brusse-Keizer M., Slump K.H., Klaase J.M.. The Preoperative CT-Scan Can Help to Predict Postoperative Complications after Pancreatoduodenectomy. *Biomed Res Int.* 2015; 2015: 824525.

25. McMillan M.T., Fisher W.E., Van Buren G. 2nd, McElhany A., Bloomston M., Hughes S.J., Winter J., Behrman S.W., Zyromski N.J., Velanovich V., Brown K., Morgan K.A., Vollmer C. The value of drains as a fistula mitigation strategy for pancreaticoduodenectomy: something for everyone? Results of a randomized prospective multi-institutional study. *J Gastrointest Surg.* 2015; 19(1): 21-30; discussion 30-1. <https://doi.org/10.1007/s11605-014-2640-z>

26. Mathur A., Pitt H. A., Marine M., Saxena R., Schmidt M., Howard T. J., Nakeeb A., Zyromski N. J., Lillemoe K. D. “Fatty pancreas: a factor in postoperative pancreatic fistula”. *Annals of Surgery.* 2007; 246 (6): 1058–1064. doi: 10.1097/SLA.0b013e31814a6906

27. Gaujoux S., Cortes A., Couvelard A., Noullet S., Clavel L., Rebours V., Lévy P., Sauvanet A., Ruszniewski P., Belghiti J. Fatty pancreas and increased body mass index are risk factors of pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy. *Surgery.* 2010; 148(1): 15-23

28. Hong W., Ha H. I., Lee J. W., Lee S. M., Kim M. J. *Measurement of Pancreatic Fat Fraction by CT Histogram Analysis to Predict Pancreatic Fistula after pancreaticoduodenectomy. Korean journal of radiology.* 2019; 20(4): 599-608.

29. Hashimoto Y., Sclabas G.M., Takahashi N., Kirihara Y.,

Smyrk T. C., Huebner M., Farnell M. B. *Dual-phase computed tomography for assessment of pancreatic fibrosis and anastomotic failure risk following pancreatoduodenectomy. J Gastrointest Surg.* 2011; 15: 2193.