



ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1380>

Ультразвуковые предикторы тяжелого течения острого панкреатита

© Руденко В.А.^{1, 2*}, Какаулина Л.Н.^{1, 2}, Какаулин А.Г.², Карамова И.М.¹, Фаизова А.И.¹¹ ГБУЗ Республики Башкортостан "Клиническая больница скорой медицинской помощи города Уфы";
450106 Уфа, ул. Батырская, д. 39/2, Российская Федерация² ФГБОУ ВО "Башкирский государственный медицинский университет" Минздрава России; 450008 Уфа, ул. Ленина, д. 3,
Российская Федерация

Цель исследования: создание модели для прогнозирования тяжести острого панкреатита (ОП) с использованием ультразвуковых признаков.

Материал и методы. Проанализированы результаты обследования и лечения 322 пациентов с ОП. Пациентам были проведены ультразвуковое исследование (УЗИ), компьютерная томография (КТ) и лабораторные исследования. Полученные данные анализировались в отношении прогнозирования тяжелого ОП. Также на основании полученных данных была создана математическая модель прогнозирования степени тяжести ОП на основании ультразвуковых признаков.

Результаты. УЗИ продемонстрировало сопоставимые показатели прогностической эффективности (чувствительность (Se) 72,9 %, специфичность (Sp) 89,3, площадь под кривой ROC (AUC) 0,811) по сравнению с КТ (Se 85,4%, Sp 89,5%, AUC 0,854) и клинико-лабораторными системами (Se от 27,1 до 48,6%, Sp от 80,3 до 100%, AUC от 0,538 до 0,645).

Заключение. Прогностическая модель на основе ультразвуковых признаков позволяет стратифицировать пациентов с ОП по степени риска развития тяжелого ОП и не уступает существующим прогностическим шкалам.

Ключевые слова: острый панкреатит; ультразвуковое исследование; прогнозирование тяжелого панкреатита

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Руденко В.А., Какаулина Л.Н., Какаулин А.Г., Карамова И.М., Фаизова А.И. Ультразвуковые предикторы тяжелого течения острого панкреатита. *Медицинская визуализация*. 2024; 28 (2): 54–64. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1380>

Поступила в редакцию: 03.07.2023. Принята к печати: 15.09.2023. Опубликовано online: 25.12.2023.

Ultrasound predictors of severe acute pancreatitis

© Valeria A. Rudenko^{1, 2*}, Lucia N. Kakaulina^{1, 2},
Andrey G. Kakaulin², Irina M. Karamova¹, Aliia I. Faizova¹¹ Clinical Emergency Hospital of Ufa; 39/2, Batyrskaya str., Ufa 450106, Russian Federation² Bashkir State Medical University; 3, Lenina str., Ufa 450008, Russian Federation

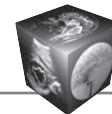
The objective of our study was to disclosed efficiency of ultrasound for the prediction of the severity of acute pancreatitis (AP).

Material and methods. Our study included 322 hospitalized patients with AP. We studied and compare the efficacy of clinical scoring systems and radiologic data.

Results. Ultrasound findings showed sensitivity (Se) 72,9%, and specificity (Sp) 89,3% compared with the clinical scoring systems (Se from 27,1% to 48,6%, Sp from 80,3% to 100%, AUC from 0,538 to 0,645) and computed tomography (Se 85,4%, Sp 89,5%). Ultrasound showed a trend of a higher AUC in the prediction of severe AP (0.811) compared with the clinical scoring systems (0,538 до 0,645) and computed tomography (AUC 0,854).

Conclusions. Abdominal ultrasound examination is a useful method for early prediction of the severity of acute pancreatitis.

Keywords: early prediction; severe acute pancreatitis; ultrasound



Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Rudenko V.A., Kakaulina L.N., Kakaulin A.G., Karamova I.M., Faizova A.I. Ultrasound predictors of severe acute pancreatitis. *Medical Visualization*. 2024; 28 (2): 54–64. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1380>

Received: 03.07.2023.

Accepted for publication: 15.09.2023.

Published online: 25.12.2023.

Введение

Острый панкреатит (ОП) – одно из сложно-диагностируемых и широко распространенных заболеваний. ОП является ведущей глобальной причиной госпитализаций [1, 2]. Примерно у 20% пациентов с ОП развивается тяжелое течение заболевания, приводящее к относительно высокой смертности [3, 4]. Было разработано множество прогностических систем оценки, как клинических, так и радиологических, однако они не обладают достаточной прогностической способностью [5–9]. Компьютерная томография (КТ) с контрастированием считается методом выбора для диагностики, стадирования и выявления осложнений ОП [10–18], в то же время выполнение КТ органов брюшной полости (ОБП) в ранние сроки рекомендуется только при неясности диагноза и дифференциальной диагностике с другими заболеваниями, при необходимости подтверждения тяжести по выявленным клиническим прогностическим признакам тяжелого ОП и при отсутствии эффекта от консервативного лечения [18]. УЗИ ОБП с диагностической целью рекомендуется выполнять у всех пациентов с подозрением на ОП [18]. Морфологическая оценка состояния поджелудочной железы и парапанкреатической области с целью прогнозирования тяжелого ОП при поступлении пациента в стационар рациональна с использованием ультразвукового метода диагностики, как высокоинформативного и высокодоступного.

Цель исследования: создание модели для прогнозирования тяжести ОП с использованием ультразвуковых признаков и сравнение ее с существующими прогностическими системами.

Материал и методы

Материалом данного исследования послужили результаты обследования и лечения 322 пациентов с ОП, которые находились на лечении в ГБУЗ Республики Башкортостан КБСМП г. Уфы. Анализировались результаты первичного осмотра хирурга и/или реаниматолога, лабораторные показатели общего и биохимического анализов крови, полученные на этапе приемно-диагностического отделения (ПДО) и в течение 72 ч госпитализации с подсчетом баллов по клиническим прогностическим шкалам Marshall, SOFA, Ranson, BISAP, APACHE-II. Также в условиях ПДО и в течение 72 ч госпитализации 322 (100%) пациентам было вы-

полнено УЗИ ОБП с использованием расширенного протокола, включающего признаки, предположительно влияющие на течение заболевания. КТ проведена у 85 (26,4%) пациентов в раннюю фазу заболевания. Была оценена прогностическая эффективность КТ с оценкой тяжести ОП по Balthazar и составного КТ-индекса тяжести с учетом площади некроза. Классификация Balthazar, по мнению некоторых авторов, может применяться при других методах визуализации [19, 20] и была использована также при УЗИ. Больные были разделены на группы согласно степеням тяжести, определенным по классификации Российского общества хирургов, по факту законченного случая заболевания. В группе с легким течением ОП был 181 (56,21%) пациент, со средней степенью тяжести и с тяжелым течением ОП – 141 (43,79%) пациент. Также оценивались длительность госпитализации и развитие осложнений, необходимость в нахождении в условиях реанимационного отделения, необходимость в оперативном вмешательстве, летальный исход. В качестве ультразвуковых предикторов анализировались следующие признаки, аргументированные литературными данными [19–23]: увеличение размеров поджелудочной железы, наличие инфильтрации парапанкреатических тканей, отсутствие визуализации поджелудочной железы вследствие развития синдрома кишечной недостаточности (СКН 1-й степени), наличие жидкостного скопления, выявление слабоотграниченных жидкостных скоплений двух и более локализаций, объем жидкостного скопления, локализация и распространение жидкостного скопления в отношении анатомических ориентиров, наличие свободной жидкости в брюшной полости и в плевральных полостях, спленомегалия, выявление признаков, характерных для СКН 2-й и 3-й степени. В итоге была создана математическая модель прогнозирования степени тяжести ОП на основании ультразвуковых признаков и оценена диагностическая эффективность УЗИ в прогнозировании тяжелого панкреатита в сравнении с КТ и клинико-лабораторными прогностическими системами. Статистический анализ проводился с помощью программного обеспечения Jamovi 1.6.23 и SPSS Statistics. Связь между признаками, которые представлены количественной шкалой, и конечными точками исследования анализировали с помощью



ранговой корреляции Спирмена. Для оценки зависимости влияния факторов на степень тяжести ОП использовали логистическую регрессию. Коэффициенты для расчета прогностической формулы рассчитывали из линейного регрессионного анализа. Анализ диагностической точности тестируемой шкалы проводился путем построения характеристических кривых (ROC-кривых) для каждого диагностического критерия и вычисления площади под этими кривыми (AUC).

Результаты

В условиях ПДО и на госпитальном этапе в течение 72 ч всем пациентам было выполнено УЗИ, которое включало в себя трансабдоминальную визуализацию ОБП, поджелудочной железы и перипанкреатической области, осмотр полых органов, плевральных полостей с использованием В-режима исследования (рис. 1, 2). Ультразвуковые признаки, выявляемые у пациентов с ОП в условиях ПДО и при повторном динамическом

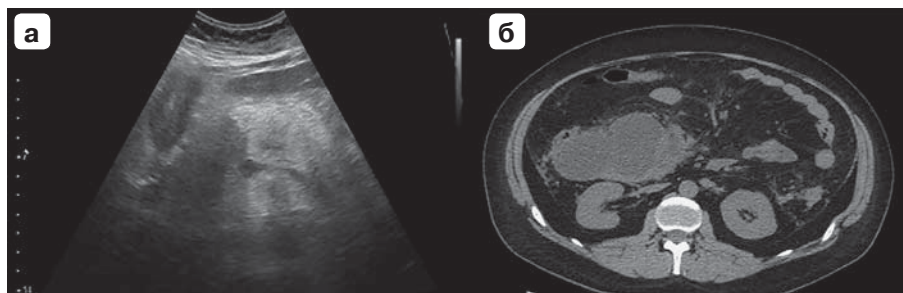


Рис. 1. Пациент А., 56 лет, болен в течение 5 сут. **а** – ультразвуковое изображение инфильтрации парапанкреатической области, скопления жидкости в проекции головки поджелудочной железы, полученное в условиях ПДО, по шкале тяжести 18 баллов (высокий риск); **б** – нативное КТ-изображение осумкованного некротического скопления жидкости в проекции головки поджелудочной железы, полученное на 28-й день заболевания. По факту законченного случая заболевания установлена средняя степень тяжести. Находился в ОРИТ, длительность госпитализации составила 24 дня. Лечение получал консервативное.

Fig. 1. Patient A., 56 years old, has been ill for five days. **a** – ultrasound image at admission of the hyperechoic bursa omentalis and acute peripancreatic fluid collection, on the severity score of 18; **b** – computed tomography native image of pseudocyst (28th day of the disease).

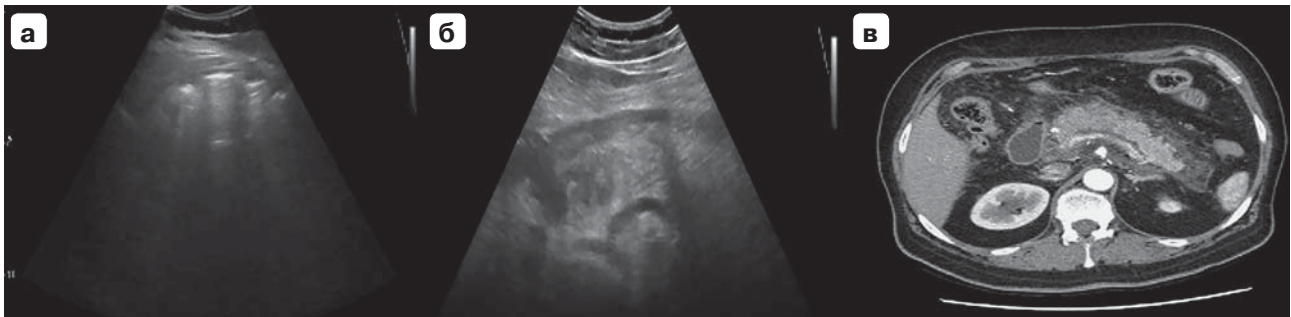


Рис. 2. Пациент М., 49 лет, болен в течение 3 ч, трое суток употреблял алкоголь. **а** – ультразвуковое изображение повышенной пневматизации кишечника, характерной для СКН 1-й степени, полученное в условиях ПДО; **б** – ультразвуковое изображение скопления жидкости по переднему контуру и в проекции головки поджелудочной железы, полученное на 3-й день госпитализации. По шкале тяжести 15 баллов (высокий риск); **в** – компьютерная томограмма на 14-й день госпитализации. В области малой сальниковой сумки, парапанкреатической клетчатке и забрюшинном пространстве слева определяется скопление жидкости. При постконтрастном внутривенном болюсном исследовании паренхима поджелудочной железы контрастируется фрагментарно (<30% некроза). Заключение: КТ-признаки острого панкреатита в стадии Balthazar E. КТ-индекс тяжести 6 баллов. По факту законченного случая заболевания установлена тяжелая степень тяжести. Находился в ОРИТ, длительность госпитализации 21 день. Лечение консервативное и оперативное (диагностическая лапароскопия, верхнесрединная лапаротомия). Вскрытие, санация, дренирование сальниковой сумки, забрюшинного пространства слева. Осложнения: острый ферментативный перитонит.

Fig. 2. Patient M., 45 years old, ill for 3 hours, 3 days consumed alcohol. **a** – The pancreas at admission wasn't visible by ultrasound because of the pneumatization of the intestine; **б** – Ultrasound image at admission of acute peripancreatic fluid collection, on the severity score of 15; **в** – Contrast enhanced computed tomography image of pancreatic necrosis, parapancreatic infiltration and acute peripancreatic fluid collection (14th day of the disease). Grade E pancreatitis by Balthazar, CT severity Index 6.

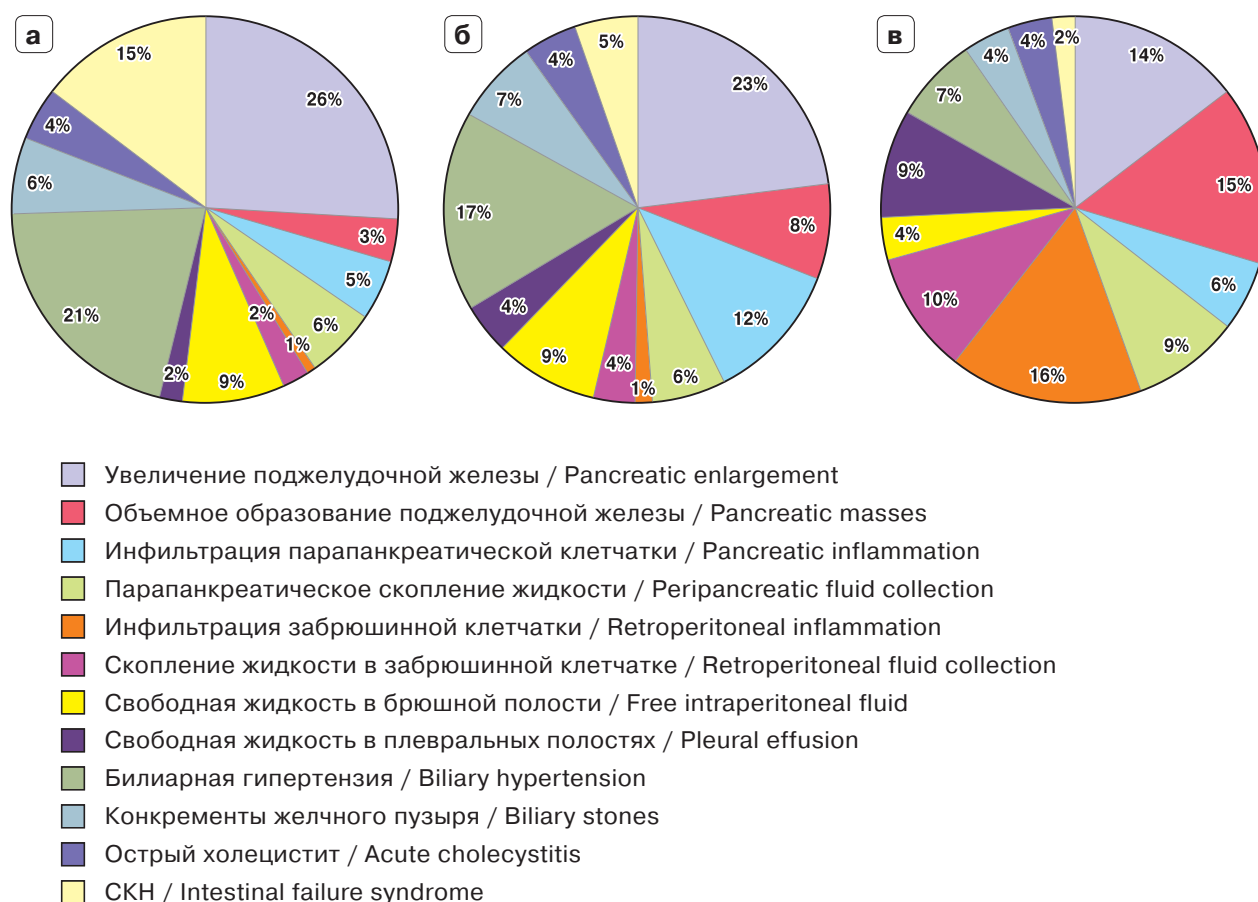
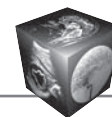


Рис. 3. Признаки ОП. **а** – выявляемые при УЗИ в условиях приемно-диагностического отделения; **б** – выявляемые при повторном динамическом УЗИ в течение 72 ч госпитализации; **в** – выявляемые при КТ.

Fig. 3. Signs of acute pancreatitis. **а** – ultrasound signs at admission; **б** – ultrasound signs after 72 hours of hospitalization; **в** – computed tomographic signs.

УЗИ в течение 72 ч госпитализации, отражены на рис. 3а, б. КТ в раннюю фазу заболевания (согласно клиническим рекомендациям Российского общества хирургов, соответствует давности заболевания менее 14 дней) была выполнена 85 (26,4%) пациентам, находящимся на госпитализации по поводу ОП. КТ в условиях ПДО проводилась 42 (49,41%) пациентам. Признаки ОП, выявляемые при КТ, отражены на рис. 3в.

На первом этапе анализировали применение шкалы Balthazar в ультразвуковой диагностике и КТ с целью прогнозирования тяжести ОП. Степень тяжести ОП по классификации Balthazar, учитывающая наличие и количество жидкостных скоплений в поджелудочной железе и экстрапанкреатической области, по результатам УЗИ и КТ продемонстрирована в табл. 1. Средний временной диапазон между проведением УЗИ и КТ составил $2,03 \pm 1,25$ дня. Расхождение стадии Balthazar по КТ и УЗИ, по нашему мнению, в большей степени

обусловлено различными сроками проведения исследования. Соответствие радиологической картины ОП было в 85 (100%) случаях.

При проведении анализа опыта применения классификации Balthazar при УЗИ было установлено, что при тяжелом течении заболевания в 72,5% случаев выявлялись стадии Balthazar D и E при УЗИ в первые часы после поступления, при сред-

Таблица 1. Выявление КТ- и УЗ-признаков по классификации Balthazar

Table 1. CT and ultrasound findings on Balthazars grade

Стадия Balthazar / Grade	УЗИ / US	КТ / CT
A	n = 12	n = 15
B	n = 4	n = 5
C	n = 9	n = 13
D	n = 29	n = 18
E	n = 18	n = 34

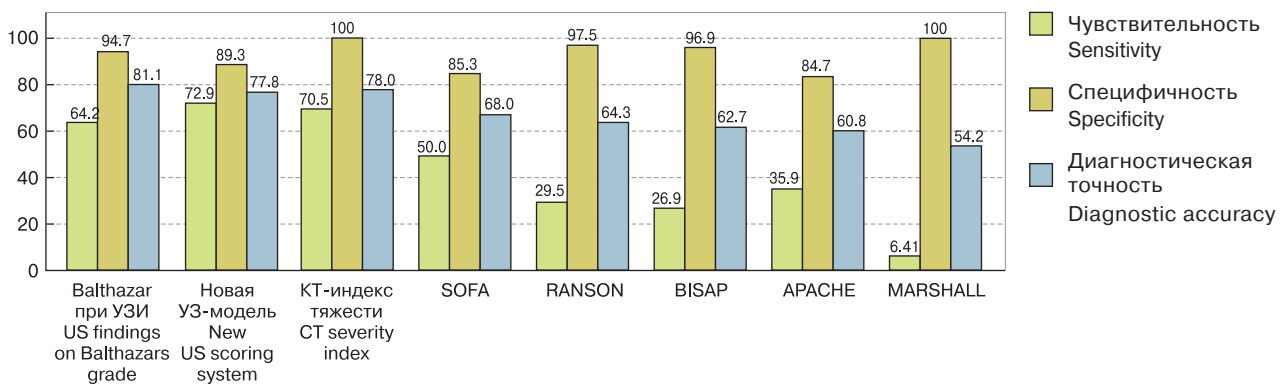


Рис. 4. Сопоставление диагностических показателей использования прогностических шкал в отношении тяжести заболевания.

Fig. 4. Results of linear regression analysis of the severe acute pancreatitis prediction of the clinical and radiological scoring systems.

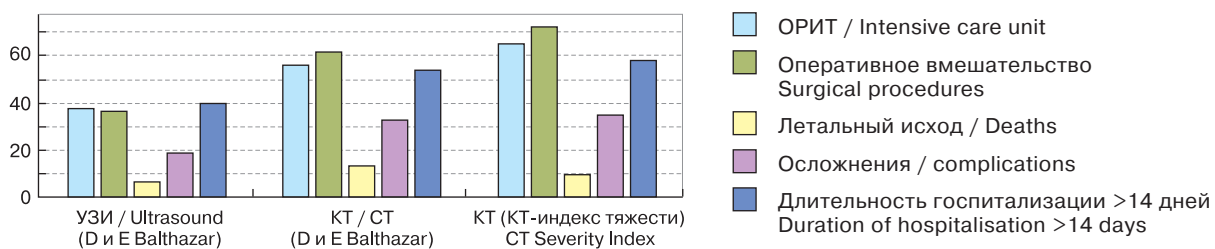


Рис. 5. Частота развития событий, отражающих тяжесть заболевания при использовании различных радиологических прогностических систем.

Fig. 5. Comparison of different radiological scoring systems of severity acute pancreatitis.

нетяжелом течении заболевания стадии Balthazar D и E выявлялись в 41,4% случаев. При тяжелом течении заболевания в 96,9% случаев выявлялись стадии Balthazar D и E при КТ, при среднетяжелом течении заболевания стадии Balthazar D и E выявлялись в 58,62% случаев.

При проведении рангового корреляционного анализа Спирмена была обнаружена заметная корреляция между цифровой оценкой по шкале Balthazar без учета площади некроза по двум методам визуализации ($r = 0,622$, $p < 0,001$). Также проанализировали диагностические показатели применения классификации Balthazar для прогнозирования среднетяжелого и тяжелого ОП (рис. 4) и взаимосвязь между результатом прогностических радиологических систем и частотой развития осложнений, оперативных вмешательств, необходимостью в нахождении в условиях ОПИТ, длительностью госпитализации и летальным исходом (рис. 5). Опыт применения классификации Balthazar продемонстрировал ее несовершенство: она не учитывает признаки развития СКН и ультразвуковые признаки системных процессов

(спленомегалия, выпот в брюшной и плевральных полостях), которые могут быть косвенными свидетелями или предшественниками развития органной недостаточности.

Также при проведении КТ ОБП с контрастным усилением подсчитывался составной КТ-индекс тяжести для оценки степени тяжести паренхиматозного некроза (баллы от 0 до 6) и экстраглангулярного воспалительного процесса (стадии А–Е, баллы 0–4). При оценке корреляционной связи между количеством баллов по КТ-индексу тяжести с учетом площади некроза и степени тяжести была обнаружена высокая сила взаимосвязи ($r = 0,789$, $p < 0,001$). Для оценки информативности и прогностической способности КТ-исследования с подсчетом КТ-индекса тяжести с учетом площади некроза проводился ROC-анализ и расчет диагностических показателей, отрезной точкой служил результат более 4 баллов. На рис. 6 приведена ROC-кривая для идентификации риска тяжелого течения панкреатита, AUC составила 0,852 ($p < 0,001$), что свидетельствует о хорошем качестве модели.

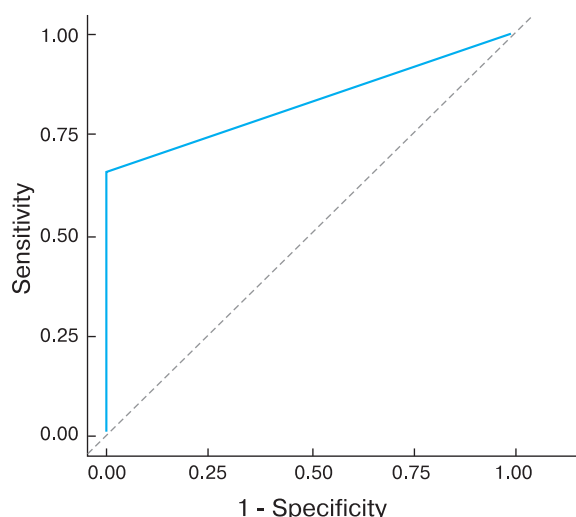
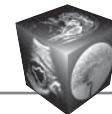


Рис. 6. ROC-кривая компьютерно-томографической прогностической модели, основанной на составном КТ-индексе тяжести с учетом площади некроза.

Fig. 6. Receiver operating curve (ROC) of CT Severity Index.

На начальном этапе создания новой ультразвуковой прогностической модели были выявлены различия в изучаемых параметрах между группой с легким течением панкреатита ($n = 181$) и группой с панкреатитом средней и тяжелой степени ($n = 141$) (табл. 2). Далее вышеперечисленные параметры, продемонстрировавшие статистическую значимость, были включены в модель логистического регрессионного анализа (табл. 3). По данным логистического регрессионного анализа шанс наличия панкреатита среднетяжелой

и тяжелой степени увеличивался при выявлении признаков, характерных для СКН 1-й степени, в 2,4 раза, при наличии инфильтрации парапанкреатических тканей в 2,7 раза, слабоотграниченного жидкостного скопления в 14,6 раза, свободной жидкости в брюшной полости в 6,9 раза, свободной жидкости в плевральных полостях в 8,3 раза. Специфичность модели составила 88,8%, чувствительность – 72,9%, площадь ROC-кривой – 0,856, что свидетельствует о хорошем качестве модели ($<0,001$) (рис. 7).

Для количественного определения шанса тяжелого течения панкреатита были взяты баллы, соответствующие значению экспоненты отдельного коэффициента показателя, взятого из модели логистического регрессионного анализа (которое интерпретируется как отношение шансов) (табл. 4). Пороговое значение шкалы составило 4 балла и имеет чувствительность 72,9% и специфичность 89,3%, AUC составила 0,811. Также была выявлена корреляционная связь ($p < 0,001$) между результатом подсчета по новой шкале и длительностью госпитализации ($r = 0,489$), развитием осложнений ($r = 0,271$), проведением оперативных вмешательств ($r = 0,461$), нахождением в ОРИТ ($r = 0,448$), летальным исходом ($r = 0,164$). Анализ прогностической эффективности ультразвукового метода в сравнении с существующими общепринятыми способами прогнозирования степени тяжести ОП продемонстрировал, что эффективность радиологических шкал превосходит клинические. Клинические шкалы показали невысокую прогностическую эффективность, среди которых наи-

Таблица 2. Различия в параметрах УЗИ между группой с легким течением панкреатита и группой с панкреатитом средней и тяжелой степени

Table 2. Ultrasound findings for mild acute pancreatitis as compared with severe acute pancreatitis

Параметр УЗИ Ultrasound findings	Панкреатит легкой степени тяжести Mild acute pancreatitis $n = 181$	Панкреатит средней и тяжелой степени Severe acute pancreatitis $n = 141$	Отношение шансов Odds ratio	p
Увеличение поджелудочной железы Pancreatic enlargement	97 (53.6%)	102 (72.3 %)	2.265 (1.415–3.626)	0.001
Наличие инфильтрации парапанкреатических тканей Pancreatic inflammation	20 (11%)	57 (40.4%)	5.463 (3.078–9.694)	<0.001
Выявление признаков СКН 1-й степени Sign of stage I intestinal failure syndrome (IFS) (pancreas wasn't visible)	23 (12.7%)	42 (29.8%)	2.77 (1.57–4.89)	<0.001
Наличие жидкостного скопления Peripancreatic fluid collection	6 (3.3%)	65 (46.1%)	24.945 (10.362–60.053)	<0.001



Таблица 2 (окончание).

Table 2 (end).

Параметр УЗИ Ultrasound findings	Панкреатит легкой степени тяжести Mild acute pancreatitis n = 181	Панкреатит средней и тяжелой степени Severe acute pancreatitis n = 141	Отношение шансов Odds ratio	p
Выявление слабоотграниченных жидкостных скоплений двух и более локализаций Two or more fluid collections	1 (0.6%)	9 (6.4%)	12.273 (1.536–98.056)	0.006
Объем жидкостного скопления, мл Fluid collections volume, ml	1.00 [1.00; 11.80]	8.30 [2.00; 34.50]	–	0.048
Локализация и распространение жидкостного скопления (полоса по переднему контуру поджелудочной железы) Localization and distribution of fluid collections (along the anterior contour of the pancreas)	4 (57.1%)	15 (17.6%)	0.161 (0.033–0.794)	0.031
Наличие свободной жидкости в брюшной полости Detection of free intraperitoneal fluid	9 (5.0%)	62 (44.0%)	14.999 (7.098–31.694)	<0.001
Наличие свободной жидкости в плевральных полостях Pleural effusion	3 (1.7%)	24 (17.0%)	12.171 (3.584–41.336)	<0.001
Спленомегалия Enlargement of the spleen	15 (8.3%)	24 (17.0%)	2.270 (1.142–4.513)	0.024
Выявление признаков, характерных для СКН 2-й и 3-й степени Signs of stage II–III intestinal failure syndrome (IFS)	2 (1.1%)	16 (11.3%)	11.456 (2.588–50.711)	<0.001

Таблица 3. Логистический регрессионный анализ шанса наличия панкреатита среднетяжелой и тяжелой степени по сравнению с легкой

Table 3. Logistic regression analysis of chance severe acute pancreatitis

Показатель Ultrasound findings	Коэффициент регрессии B Regression coefficient B	Exp(B)	95% ДИ нижний 95% CI is lower	95% ДИ верхний 95% CI is upper	p
Выявление признаков СКН 1-й степени Signs of stage I intestinal failure syndrome (IFS) (pancreas wasn't visible)	0.887	2.429	1.157	5.097	0.019
Наличие инфильтрации парапанкреатических тканей против отсутствия Pancreatic inflammation	0.990	2.692	1.252	5.792	0.011
Выявление жидкостного скопления против отсутствия Peripancreatic fluid collection	2.683	14.631	6.182	34.631	<0.001
Наличие свободной жидкости в брюшной полости против отсутствия Detection of free intraperitoneal fluid	1.933	6.913	2.668	17.912	<0.001
Наличие свободной жидкости в плевральных полостях против отсутствия Pleural effusion	2.115	8.292	1.538	44.702	0.014

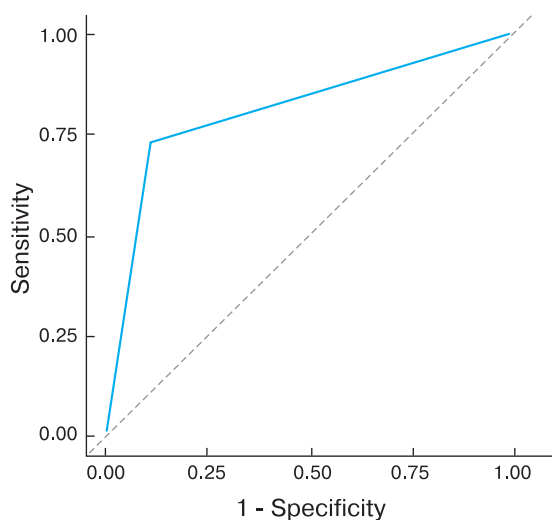
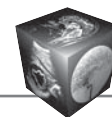


Рис. 7. ROC-кривая для идентификации риска тяжелого течения панкреатита по предложенной ультразвуковой шкале.

Fig. 7. Receiver operating curve (ROC) of new scoring system.

Таблица 4. Баллы, присвоенные изучаемым параметрам
Table 4. New scoring system

Показатель / Ultrasound findings	Балл / Points
Наличие инфильтрации парапанкреатических тканей Pancreatic inflammation (hyperechoic bursa omentalis)	3
Выявление слабоотграниченного жидкостного скопления Peripancreatic fluid collection	15
Наличие свободной жидкости в брюшной полости Free intraperitoneal fluid	7
Наличие свободной жидкости в плевральных полостях Pleural effusion	8
Выявление признаков СКН 1-й степени Sign of stage I intestinal failure syndrome (IFS) (pancreas wasn't visible)	2

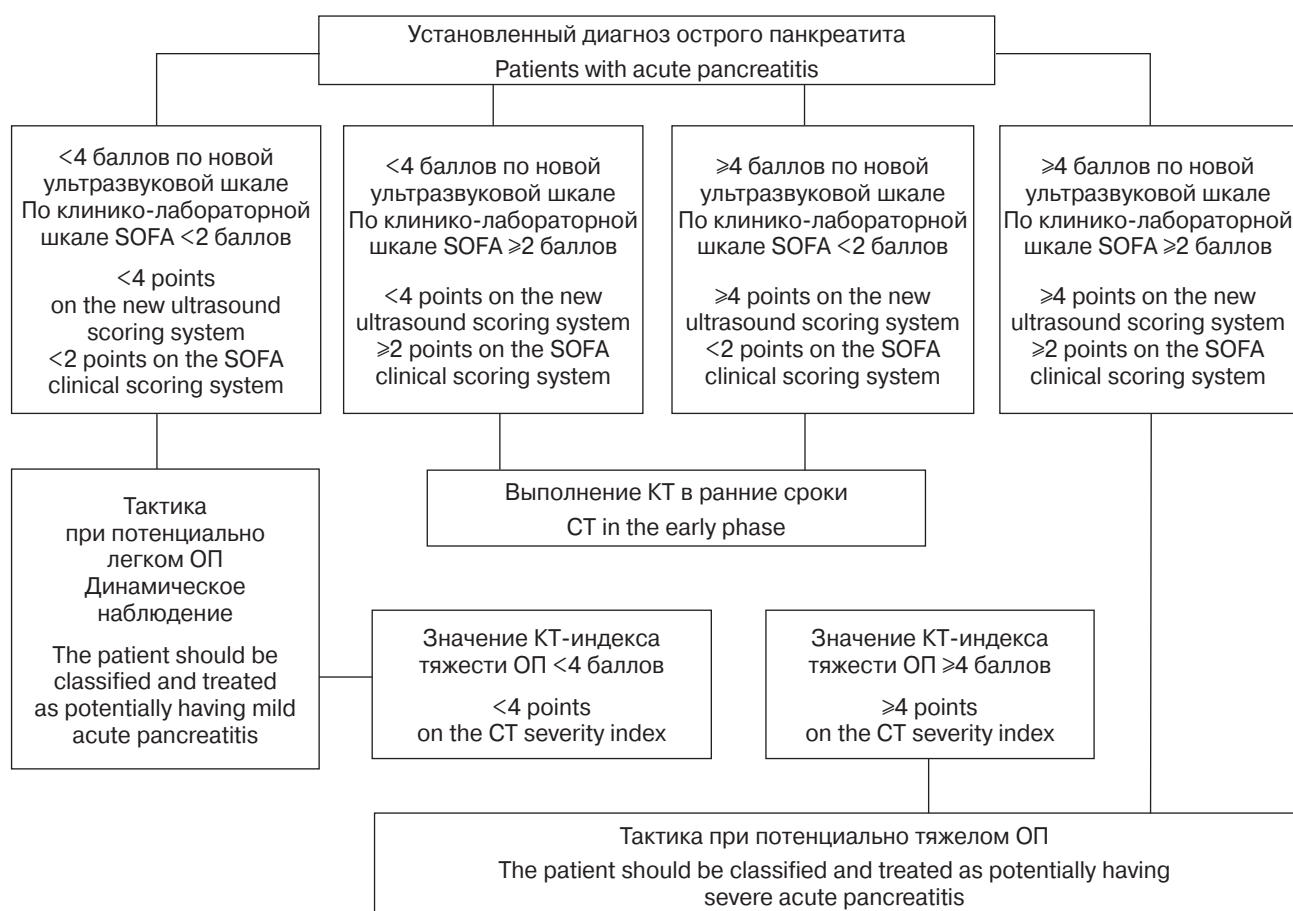


Рис. 8. Модель-алгоритм раннего прогнозирования степени тяжести ОП.

Fig. 8. Model for early prediction of the severity of acute pancreatitis.



более высокие диагностические показатели продемонстрировала шкала SOFA (см. рис. 4).

Таким образом, пациентам с предварительным диагнозом ОП в условиях ПДО и стационарных условиях с целью раннего прогнозирования тяжелого течения заболевания рекомендуется выполнять УЗИ с использованием расширенного протокола, включающего, помимо оценки состояния ОБП с осмотром поджелудочной железы и парапанкреатической области, обязательную оценку полых органов для выявления признаков СКН, а также осмотр плевральных полостей для выявления свободной жидкости и интерпретировать полученные данные с использованием новой балльной системы. Для комплексной и наиболее достоверной оценки вероятности тяжелого течения заболевания рационально использовать клинично-лабораторные шкалы (наиболее удобной в практике и эффективной оказалась шкала SOFA) в совокупности с ультразвуковыми маркерами. При необходимости подтверждения тяжести по выявленным прогностическим признакам тяжелого ОП выполнять КТ ОБП с внутривенным контрастным усилением в ранние сроки (рис. 8).

Обсуждение

Роль ультразвукового метода диагностики в оценке тяжести ОП оценивалась ранее в других исследованиях. В исследовании S. Rickes оценивали диагностические показатели контраст-усиленного УЗИ в отношении клинического исхода ОП и сравнивали с КТ. Сильная корреляция была продемонстрирована между КТ-индексом тяжести и ультразвуковым индексом тяжести ($r = 0,807$, $p < 0,01$) [20]. В настоящем исследовании использовали методику стандартного трансабдоминального УЗИ без использования контрастного вещества. Основным ограничением стандартного трансабдоминального УЗИ считается то, что при УЗИ невозможно выявить некроз поджелудочной железы, поскольку метод не позволяет оценить перфузию органа. Но по результатам исследования прогностическая значимость выявления некроза на компьютерной томограмме и подсчета КТ-индекса тяжести сопоставима с простым и доступным методом визуализации – стандартным УЗИ. Ранговый корреляционный анализ продемонстрировал заметную корреляционную связь между цифровой оценкой по шкале Balthazar по ультразвуковым и КТ-данным ($r = 0,622$, $p < 0,001$), что позволяет подтвердить, что КТ-классификация Balthazar может применяться при УЗИ.

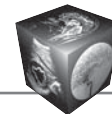
КТ показала высокую эффективность в прогнозировании степени тяжести ОП. Несмотря на то что информация, полученная при КТ с контраст-

ным усилением, имеет некоторое превосходство в отношении прогнозирования степени тяжести ОП в сравнении со стандартным УЗИ, учитывая доступность, распространенность и безопасность метода, использование УЗИ с целью прогнозирования при поступлении пациента в стационар рационально. Используя новый простой способ прогнозирования тяжести ОП, который не требует дополнительных усилий, времени и использования сложных технологий и методов, возможно получать большую информацию при рутинном УЗИ.

В 2013 г. A. Popescu и соавт. также исследовали влияние ультразвуковых признаков на течение заболевания [21]. Из ультразвуковых признаков инфильтрация в проекции сальниковой сумки, как предиктор тяжести, наблюдалась у значительно большего числа пациентов с тяжелым ОП по сравнению с легким ОП. Также было выявлено, что поджелудочная железа визуализировалась при УЗИ в момент поступления в значительно большем числе случаев при легкой форме ОП по сравнению с тяжелой формой. В настоящем исследовании также определили, что инфильтрация сальниковой сумки и повышение пневматизации кишечника, характерное для СКН 1-й степени, являются неблагоприятными признаками среднетяжелого и тяжелого течения заболевания. Таким образом, возможность отсутствия визуализации поджелудочной железы из-за повышенной пневматизации кишечника при ОП не является ограничением ультразвукового метода.

Так как ключевую роль в определении степени тяжести ОП играет выявление органной недостаточности, оценка органных дисфункций при поступлении пациента необходима. Для комплексной достоверной оценки тяжести состояния пациента необходимо учитывать два аспекта, влияющих на тяжесть заболевания: системные органные функции и морфологические изменения, которые наряду с органной дисфункцией оказывают влияние на тяжесть заболевания. Использование ультразвуковых маркеров ОП в совокупности с данными клинично-лабораторных шкал позволит наиболее достоверно прогнозировать степень тяжести ОП.

Представленная шкала и алгоритм прогнозирования могут быть использованы для пациентов с диагнозом ОП при поступлении в ПДО. При УЗИ стандартные признаки ОП и описанные в работе прогностически неблагоприятные признаки могут быть распознаны в условиях ПДО, что позволит избежать задержек в диагностике и лечении. Использование ультразвуковых маркеров ОП в совокупности с данными клинично-лабораторных шкал позволит наиболее достоверно прогнозировать степень тяжести ОП.



Заключение

Выявленные при УЗИ жидкостное скопление различной локализации и объема, свободная жидкость в брюшной и плевральных полостях, признаки СЖН 1-й степени являются ультразвуковыми предикторами тяжелого течения острого панкреатита. Представленная прогностическая модель на основе ультразвуковых признаков может быть использована для пациентов с диагнозом острого панкреатита при поступлении в приемно-диагностическое отделение.

Участие авторов

Руденко В.А. – концепция и дизайн исследования, проведение исследования, сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, статистическая обработка данных, написание текста.

Какаулина Л.Н. – концепция и дизайн исследования, проведение исследования, подготовка и редактирование текста, утверждение окончательного варианта статьи.

Какаулин А.Г. – концепция и дизайн исследования, подготовка и редактирование текста.

Карамова И.М. – концепция и дизайн исследования, участие в научном дизайне.

Фаизова А.И. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

Authors' participation

Rudenko V.A. – concept and design of the study, conducting research, collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data, statistical analysis, writing text.

Kakaulina L.N. – concept and design of the study, conducting research, text preparation and editing, approval of the final version of the article.

Kakaulin A.G. – concept and design of the study, text preparation and editing.

Karamova I.M. – concept and design of the study, participation in scientific design.

Faizova A.I. – conducting research, collection and analysis of data.

Список литературы [References]

1. Ревিশвили А.Ш., Оловянный В.Е., Сажин В.П., Нечаев О.И. и др. Хирургическая помощь в Российской Федерации. М., 2019. 36 с.
Revishvili A.Sh., Olovyanniy V.E., Sazhin V.P., Nechaev O.I. et al. Surgical care in the Russian Federation. M., 2019. 36 p. (In Russian)
2. Ревিশвили А.Ш., Оловянный В.Е., Сажин В.П., Анищенко М.М. Хирургическая помощь в Российской Федерации в период пандемии – основные итоги 2020 года. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2021; 12: 5–14. <https://doi.org/10.17116/hirurgia20211215>
Revishvili A.Sh., Olovyanniy V.E., Sazhin V.P., Anishchenko M.M. Surgical care in the Russian Federation during the pandemic — the main results of 2020. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2021; 12: 5–14. <https://doi.org/10.17116/hirurgia20211215> (In Russian)
3. Singh V.K., Bollen T.L., Wu B.U. et al. An assessment of the severity of interstitial pancreatitis. *Clin. Gastroenterol. Hepatol.* 2011; 9 (12): 1098–1103.
<http://doi.org/10.1016/j.cgh.2011.08.026>
4. van Santvoort H.C., Bakker O.J., Bollen T.L. et al.; Dutch Pancreatitis Study Group. A conservative and minimally invasive approach to necrotizing pancreatitis improves outcome. *Gastroenterology*. 2011; 141 (4): 1254–1263.
<http://doi.org/10.1053/j.gastro.2011.06.073>
5. Chauhan S., Forsmark C.E. The difficulty in predicting outcome in acute pancreatitis. *Am. J. Gastroenterol.* 2010; 105 (2): 443–445.
<http://doi.org/10.1038/ajg.2009.623>
6. Mounzer R., Langmead C.J., Wu B.U. et al. Comparison of existing clinical scoring systems to predict persistent organ failure in patients with acute pancreatitis. *Gastroenterology*. 2012; 142 (7): 1476–1482; quiz e15–6.
<http://doi.org/10.1053/j.gastro.2012.03.005>
7. Wang X., Xu Y., Qiao Y. et al. An evidence-based proposal for predicting organ failure in severe acute pancreatitis. *Pancreas*. 2013; 42 (8): 1255–1261.
<http://doi.org/10.1097/MPA.0b013e3182a5d6a7>
8. Yang C.J., Chen J., Phillips A.R. et al. Predictors of severe and critical acute pancreatitis: a systematic review. *Dig. Liver Dis.* 2014; 46 (5): 446–451.
<http://doi.org/10.1016/j.dld.2014.01.158>
9. Kwong W.T., Ondrejková A., Vege S.S. Predictors and outcomes of moderately severe acute pancreatitis – Evidence to reclassify. *Pancreatol.* 2016; 16 (6): 940–945. <http://doi.org/10.1016/j.pan.2016.08.001>
10. Труфанов Г.Е., Рудь С.Д., Багненко С.С. Лучевая диагностика заболеваний поджелудочной железы. Изд. 2-е, испр. СПб.: Элби, 2011: 119–136. ISBN: 978-5-93979-235-6
Trufanov G.E., Rud' S.D., Bagnenko S.S. Radiation diagnosis of pancreatic diseases. 2nd ed. SPb.: Elbi, 2011: 119–136. ISBN: 978-5-93979-235-6 (In Russian)
11. Bollen T.L., Singh V.K., Maurer R. et al. A comparative evaluation of radiologic and clinical scoring systems in the early prediction of severity in acute pancreatitis. *Am. J. Gastroenterol.* 2012; 107 (4): 612–619.
<http://doi.org/10.1038/ajg.2011.438>
12. Pezzilli R., Zerbi A., Di Carlo V. et al.; Working Group of the Italian Association for the Study of the Pancreas on Acute Pancreatitis. Practical guidelines for acute pancreatitis. *Pancreatol.* 2010; 10 (5): 523–535.
<http://doi.org/10.1159/000314602>
13. Expert Panel on Gastrointestinal Imaging; Porter K.K., Zaheer A., Kamel I.R. et al. ACR Appropriateness Criteria® Acute Pancreatitis. *J. Am. Coll. Radiol.* 2019; 16 (11S): S316–S330. <http://doi.org/10.1016/j.jacr.2019.05.017>
14. Arvanitakis M., Delhaye M., De Maertelaere V. et al. Computed tomography and magnetic resonance imaging in the assessment of acute pancreatitis. *Gastroenterology*. 2004; 126 (3): 715–723.
<http://doi.org/10.1053/j.gastro.2003.12.006>
15. Араблинский А.В., Титов М.Ю. КТ и МРТ в диагностике фазового течения панкреонекроза (обзор литературы). *Медицинская визуализация*. 2022; 26 (2): 139–153.
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1110>
Arablinskii A.V., Titov M.Y. CT and MRI in the diagnosis of the phase course of necrotizing pancreatitis (literature



- review). *Medical Visualization*. 2022; 26 (2): 139–153. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1110> (In Russian)
16. Нуднов Н.В., Ядренцева С.В. Мультиспиральная компьютерная томография в диагностике, оценке тяжести и прогнозе острого панкреатита и его осложнений. *Медицинская визуализация*. 2014; 5: 45–52. Nudnov N.V., Yadrentseva S.V. Multislice Computed Tomography in the Diagnosis, Assessment of Severity and Prognosis of Acute Pancreatitis and its Complications. *Medical Visualization*. 2014; 5: 45–52. (In Russian)
17. Паклина О.В., Кармазановский Г.Г., Сетдикова Г.Р. Патоморфологическая и лучевая диагностика хирургических заболеваний поджелудочной железы. М.: Издательский дом Видар-М, 2014. 188 с. ISBN: 978-5-88429-191-1 Paklina O.V., Karmazanovsky G.G., Setdikova G.R. Pathomorphological and radiological diagnosis of surgical diseases of the pancreas. M.: Vidar-M, 2014. 188 p. ISBN: 978-5-88429-191-1 (In Russian)
18. Острый панкреатит. Клинические рекомендации. 2020 (20.04.2021) [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/326_4
19. D'Onofrio M. (Ed.) *Ultrasonography of the Pancreas. Imaging and Pathologic Correlations*. Springer-Verlag Italia, 2012: 83–86. ISBN-10: 8847023785. ISBN-13: 978-8847023789
20. Rickes S., Uhle C., Kahl S. et al. Echo enhanced ultrasound: a new valid initial imaging approach for severe acute pancreatitis. *Gut*. 2006; 55 (1): 74–78. <https://doi.org/10.1136/gut.2005.070276>
21. Popescu A., Sporea I., Bota S. et al. The Usefulness of Abdominal Ultrasound for the Evaluation of Patients With Acute Pancreatitis. *Ultrasound Med. Biol.* 2013; 39 (5): S2. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2013.02.024>
22. Choi H.W., Park H.J., Choi S.Y. et al. Early Prediction of the Severity of Acute Pancreatitis Using Radiologic and Clinical Scoring Systems With Classification Tree Analysis. *Am. J. Roentgenol.* 2018; 211 (5): 1035–1043. <https://doi.org/10.2214/AJR.18.19545>
23. Balthazar E.J. Acute pancreatitis: assessment of severity with clinical and CT evaluation. *Radiology*. 2002; 223 (3): 603–613. <https://doi.org/10.1148/radiol.2233010680>

Для корреспонденции*: Руденко Валерия Александровна – e-mail: ler.varlamowa@yandex.ru

Руденко Валерия Александровна – врач ультразвуковой диагностики отделения функциональной и ультразвуковой диагностики ГБУЗ РБ “Клиническая больница скорой медицинской помощи города Уфы”; аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, ядерной медицины и радиотерапии с курсами ИДПО ФГБОУ ВО “Башкирский государственный медицинский университет” Минздрава России, Уфа. <https://orcid.org/0000-0002-1289-8108>

Какаулина Люция Назифовна – канд. мед. наук, заведующая отделением функциональной и ультразвуковой диагностики ГБУЗ РБ “Клиническая больница скорой медицинской помощи города Уфы”; доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, ядерной медицины и радиотерапии с курсами ИДПО ФГБОУ ВО “Башкирский государственный медицинский университет” Минздрава России, Уфа. <https://orcid.org/0000-0003-4489-4678>

Какаулин Андрей Германович – канд. мед. наук, доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО “Башкирский государственный медицинский университет” Минздрава России, Уфа. <https://orcid.org/0000-0003-1564-3909>

Карамова Ирина Марсильевна – доктор мед. наук, профессор, главный врач ГБУЗ РБ “Клиническая больница скорой медицинской помощи города Уфы”, Уфа. <https://orcid.org/0000-0002-8594-737X>

Фаизова Алия Ириковна – врач ультразвуковой диагностики отделения функциональной и ультразвуковой диагностики ГБУЗ РБ “Клиническая больница скорой медицинской помощи города Уфы”, Уфа. <https://orcid.org/0009-0008-2040-8405>

Contact*: Valeria A. Rudenko – e-mail: ler.varlamowa@yandex.ru

Valeria A. Rudenko – Ultrasound diagnostics doctor at the Department of Functional and Ultrasound Diagnostics, Clinical Emergency Hospital of Ufa; Graduate Student of the department of radiation diagnostics and radiation therapy, nuclear medicine and radiotherapy, Bashkir State Medical University, Ufa. <https://orcid.org/0000-0002-1289-8108>

Lucia N. Kakaolina – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Functional and Ultrasound Diagnostics, Clinical Emergency Hospital of Ufa; Associate Professor of the department of radiation diagnostics and radiation therapy, nuclear medicine and radiotherapy, Bashkir State Medical University, Ufa. <https://orcid.org/0000-0003-4489-4678>

Andrey G. Kakaulin – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the department of Anesthesiology and Intensive Care, Bashkir State Medical University, Ufa. <https://orcid.org/0000-0003-1564-3909>

Irina M. Karamova – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Chief Physician of Clinical Emergency Hospital of Ufa, Ufa. <https://orcid.org/0000-0002-8594-737X>

Aliia I. Faizova – Ultrasound diagnostics doctor at the Department of Functional and Ultrasound Diagnostics, Clinical Emergency Hospital of Ufa, Ufa. <https://orcid.org/0009-0008-2040-8405>