

## СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОСТРОГО ПАНКРЕАТИТА

**А.А. Литвин**<sup>1</sup>, д. м. н., профессор кафедры хирургических дисциплин

**Е.Г. Князева**<sup>1</sup>, ведущий менеджер

**А.А. Филатов**<sup>2</sup>, врач-хирург

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта»,  
ул. А. Невского, 14, Калининград, 236016, Российская Федерация

<sup>2</sup> Гомельская областная клиническая больница,  
ул. Братьев Лизюковых, 5, Гомель, 246029, Республика Беларусь

## THE MODERN POSSIBILITIES OF COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE VISUALIZATION OF ACUTE PANCREATITIS

**A.A. Litvin**<sup>1</sup>, Dr. Med. Sc., Professor of Chair of Surgical Disciplines;  
orcid.org/0000-0002-9330-6513

**E.G. Knyazeva**<sup>1</sup>, Leading Manager; orcid.org/0000-0002-1472-2018

**A.A. Filatov**<sup>2</sup>, Surgeon; orcid.org/0000-0001-8593-4707

<sup>1</sup>Immanuel Kant Baltic Federal University,  
ul. A. Nevskogo, 14, Kaliningrad, 236016, Russian Federation

<sup>2</sup>Gomel Regional Clinical Hospital,  
ul. Brat'ev Lizyukovykh, 5, Gomel, 246029, Republic of Belarus

Компьютерная томография (КТ) с болюсным контрастным усилением является основным методом объективизации патологии поджелудочной железы при панкреонекрозе. Это связано с достаточно высокой диагностической точностью, хорошей доступностью метода, небольшим временем сканирования, простой интерпретацией получаемых изображений.

На современном этапе перфузионная КТ поджелудочной железы, пространственное моделирование цифровых изображений, определение анизотропии ткани поджелудочной железы позволяют улучшить диагностическую эффективность КТ у пациентов с острым панкреатитом.

**Ключевые слова:** острый панкреатит; панкреонекроз; диагностика; визуализация; компьютерная томография; обзор.

**Для цитирования:** Литвин А.А., Князева Е.Г., Филатов А.А. Современные возможности компьютерной томографии при визуализации острого панкреатита. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2018; 99 (3): 164–70. DOI: 10.20862/0042-4676-2018-99-3-164-170

**Для корреспонденции:** Литвин Андрей Антонович; E-mail: alitvin@kantiana.ru

Поступила 28.05.2017

Принята к печати 06.06.2017

Computed tomography (CT) with bolus contrast enhancement is the main method of objectifying pancreatic pathology in pancreatic necrosis. This is due to sufficiently high diagnostic accuracy, good accessibility of the method, fast scanning time, simple interpretation of the resulting images.

At the present stage, perfusion CT of the pancreas, three-dimensional modeling of digital images, determination of anisotropy of pancreatic tissue allow improving the diagnostic efficiency of CT in patients with acute pancreatitis.

**Index terms:** acute pancreatitis; pancreatic necrosis; diagnosis; visualization; computed tomography; review.

**For citation:** Litvin A.A., Knyazeva E.G., Filatov A.A. The modern possibilities of computed tomography in the visualization of acute pancreatitis. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2018; 99 (3): 164–70 (in Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2018-99-3-164-170

**For correspondence:** Andrey A. Litvin; E-mail: alitvin@kantiana.ru

**Acknowledgements.** The authors are grateful to Professor N.B. Gubergrits, president of the Ukrainian Club of Pancreatologists, for methodological support of the article.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received May 28, 2017

Accepted June 6, 2017

Заболеваемость острым панкреатитом неуклонно растет в большинстве стран мира. Пациенты с острым панкреатитом составляют 5–10% от общего числа больных хирургического профиля. В 15–20% наблюдений раз-

витие острого панкреатита носит некротический характер [1]. При этом наибольшая заболеваемость тяжелым острым панкреатитом отмечается среди лиц трудоспособного возраста, что придает этой проблеме особое

социально-экономическое значение [2].

В 1992 г. на конференции по острому панкреатиту в Атланте (США) была принята международная классификация, которой хирурги успешно пользовались

на протяжении 20 лет. Однако с течением времени появилась необходимость в пересмотре данной классификационной системы. С этой целью в 2008 г. была сформирована Международная рабочая группа (Acute Pancreatitis Classification Working Group) [3], которая в течение 4 лет проводила доработку и усовершенствование классификации на уровне национальных панкреатологических сообществ и международных конгрессов, а в 2012 г. на конференции по острому панкреатиту в Майами (США) все исправления были собраны воедино и сформулированы новые классификационные подходы в диагностике острого панкреатита [4]. Так, рекомендуется выделять не две, а три формы острого панкреатита – легкий (mild), умеренный (moderate) и тяжелый (severe) острый панкреатит. Появились более четко ранжированная классификация острых жидкостных коллекторов при остром панкреатите, а также новые термины: «острое некротическое скопление» (acute necrotic collection – ANC), «острое перипанкреатическое жидкостное скопление» (acute peripancreatic fluid collection – APFC), «панкреонекроз “со стенкой”» (walled-off pancreatic necrosis – WOPN) и др. [4].

Одной из главных особенностей обновленной классификации стала ее визуализационная направленность. Это подразумевает необходимость объективной оценки происходящих при остром панкреатите морфологических изменений в поджелудочной железе и парапанкреатической клетчатке с помощью различных современных визуализационных методов, основная из которых – компьютерная томография [4–7].

Целью данной статьи является обзор литературы, посвященной современным возможностям компьютерной томографии (КТ) в диагностике и лечении острого панкреатита (ОП) с акцентированием внимания на принятых в 2012 г. рекомендациях. В статье

рассматриваются также особенности современной техники выполнения КТ, показания к ее применению, диагностическая эффективность, а также новые технологии КТ-визуализационной поддержки.

В положениях согласительной конференции (Майами, 2012) КТ с контрастным усилением определена как основной метод визуализации для определения острых воспалительных изменений в ткани поджелудочной железы. Это связано с преимуществами КТ – относительно небольшим временем сканирования, ее доступностью и достаточно простой интерпретируемостью полученных изображений хирургами и рентгенологами по сравнению с другими методами диагностики [4]. По данным КТ с контрастным усилением с наиболее высокой точностью выявляются характерные изменения, позволяющие выставить диагноз острого панкреатита и определить степень тяжести заболевания [8, 9].

В последних рекомендациях Международной и Американской ассоциаций панкреатологов (IAP/APA) показания для выполнения КТ при остром панкреатите определяются следующим образом: 1) уточнение диагноза; 2) наличие клинических признаков тяжелого острого панкреатита; 3) отсутствие эффекта от консервативного лечения ОП (степень доказательности 1C) [10].

КТ-исследование без внутривенного контрастирования обычно не применяется в связи с его низкой информативностью для выявления распространенности панкреонекроза, так как нормальные и патологические ткани практически не отличаются друг от друга по рентгеновской плотности в Hounsfield Units (HU). Нативное КТ-исследование позволяет только дифференцировать острый отечный панкреатит от других заболеваний органов брюшной полости, обнаружить другие явные изменения на рентгенограммах [8, 11].

Метод перорального контрастирования для КТ-исследования у пациентов с тяжелым ОП не всегда применим. Это связано с невозможностью перорального приема контраста в связи с сохраняющимся парезом кишечника, зачастую рвотой, отсутствием времени для длительной подготовки к исследованию [8, 12].

Наиболее приемлемым вариантом внутривенного контрастирования является болюсное введение контрастного вещества [13], при котором наблюдается более четкое разграничение фаз контрастирования. При использовании болюсного внутривенного контрастирования хорошо дифференцируется жизнеспособная паренхима, которая равномерно выделяется благодаря сохраненной сосудистой архитектонике и перфузии [14]. При отечной форме острого панкреатита определяется увеличение железы с равномерным снижением КТ-плотности тканей. При наличии острого некротизирующего панкреатита формируется гетерогенная картина с гиповаскулярными и аваскулярными зонами [15].

В рекомендациях IAP/APA предложен следующий протокол исследования: 1) многосрезовая КТ с толщиной среза не более 5 мм; 2) 100–150 мл неионного контрастного вещества вводится внутривенно со скоростью 3 мл/с, оптимальной является оценка через 50–70 с (панкреатическая и воротная фазы) (1C) [10].

Решение вопроса о форме заболевания (отечный или некротизирующий панкреатит) – ключевая задача на начальном этапе диагностики ОП, поскольку первый вариант крайне редко требует хирургического вмешательства, а второй часто служит показанием к интенсивной терапии заболевания, малоинвазивным дренирующим операциям [12].

Согласно тем же рекомендациям IAP/APA, оптимальным для первоначальной КТ-оценки признан срок не ранее 72–96 ч после начала заболевания (1C) [10].

Данный факт объясняется тем, что на ранних стадиях воспаления в поджелудочной железе при отечной форме ОП происходит нарушение микроциркуляции на фоне отека тканей, что может определяться как диффузное снижение эхогенности (при УЗИ) с некоторой гетерогенностью на КТ-снимках. В свою очередь, развитие панкреонекроза на первых этапах характеризуется схожими рентгенологическими визуальными эффектами – чередованием изо- и гиподенсивных участков без формирования четких зон деструкции, а наиболее характерные и значимые изменения определяются при КТ после 3-х суток от начала заболевания, когда информативность данного метода достигает 85–90% [12, 15, 16]. В целом, в первые трое суток от начала заболевания использовать КТ на первых этапах обоснованно лишь с целью дифференциальной диагностики ОП от другой тяжелой острой патологии брюшной полости.

Показаниями для повторной компьютерной томографии, согласно согласительной конференции в Майами (2012 г.), следует считать: 1) изменение в клиническом статусе пациента либо отсутствие клинического улучшения на фоне проводимого лечения (например, сохранение тахикардии, лейкоцитоза, лихорадки, персис-

тирующей полиорганной недостаточности) – с целью дифференциальной диагностики стерильного и инфицированного панкреонекроза; 2) необходимость контроля морфологических изменений в панкреатодуоденальной зоне на 7–10-е сутки от момента госпитализации (или позже) в случаях, когда общая сумма баллов КТ-индекса тяжести при поступлении составляла от 3 до 10; 3) визуальный контроль результатов лечения после проведенного хирургического лечения; 4) выписку пациента с тяжелым острым панкреатитом (табл. 1) [17].

Контрольное КТ-исследование дает возможность улучшить топическую диагностику панкреонекроза, с более точным выявлением распространенности, ограниченности, преобладания тканевого либо жидкостного компонента в очагах гнойного расплавления и деструкции перипанкреатической клетчатки, что необходимо для определения тактики лечения таких пациентов и выбора оперативного доступа [18]. Кроме того, КТ рекомендуется проводить пациентам после 40 лет с приступом острого идиопатического панкреатита, для того чтобы исключить опухоль головки поджелудочной железы со сдавлением панкреатического протока и развитием панкреатической гипертонии [19].

Согласно ревизованной классификации ОП (Атланта, 1992), с целью стратификации тяжелого острого панкреатита помимо клинических шкал (Marshall, Ranson, APACHE II) продолжают рекомендоваться КТ-шкалы: шкала Balthazar, КТ-индекс тяжести по Balthazar, модифицированный КТ-индекс тяжести по Mortele (табл. 2, 3) [20, 21]. При этом сравнение эффективности этих систем при прогнозировании тяжести острого панкреатита не выявило значимых статистических различий [20].

Улучшение качества диагностики ОП может быть достигнуто путем использования КТ с определением перфузии тканей [22]. Как известно, наиболее ранние и важные изменения при остром панкреатите происходят на уровне микроциркуляторного русла. Они характеризуются замедлением линейной скорости кровотока, агрегацией и стазом форменных элементов крови, отеком тканей в зоне воспаления за счет повышения проницаемости сосудистой стенки. Причем выраженность этих изменений зависит от формы панкреатита и тяжести деструктивных изменений [23]. При применении данного вида обследования все манипуляции проводятся с использованием стандартного оборудования, сканирование начинают одновременно с внут-

Таблица 1

**Показания для проведения КТ с контрастным усилением у пациентов с острым панкреатитом [17]**

| Вид исследования          | Показание  |
|---------------------------|--|
| Первичное КТ-исследование | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. При неоднозначности диагноза острого панкреатита.</li> <li>2. Наличие клинически тяжелого острого панкреатита, вздутия и болезненности живота, гипертермии <math>\geq 39^\circ\text{C}</math> и лейкоцитоза (с целью выявления осложнений).</li> <li>3. Тяжесть состояния пациента <math>&gt;3</math> баллов по шкале Ranson или <math>&gt;8</math> баллов по шкале APACHE II.</li> <li>4. Отсутствие положительной динамики спустя 72 ч от начала консервативной терапии.</li> <li>5. Резкие изменения клинического статуса (возобновление лихорадки, боли или шока) после изначально успешной медикаментозной терапии</li> </ol> |
| Повторное КТ-исследование | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изменения в клиническом статусе пациента (невозможность исключить развитие осложнений, в первую очередь гнойных).</li> <li>2. 7–10-й день от момента поступления (или позже), если КТ-индекс тяжести при поступлении составлял от 3 до 10 баллов.</li> <li>3. С целью определения и документального подтверждения результатов лечения после проведенных хирургических или интервенционных вмешательств.</li> <li>4. Перед выпиской пациента с тяжелым острым панкреатитом</li> </ol>   |

Таблица 2

Шкала Balthazar и КТ-индекс тяжести по Balthazar

| Стадия        | Признаки   | Оценка в баллах* |
|---------------|--|------------------|
| A             | Норма  | 0                |
| B             | Увеличение размеров поджелудочной железы                                     | 1                |
| C             | Воспалительные изменения в паренхиме и перипанкреатической жировой клетчатке | 2                |
| D             | Одиночное скопление жидкости, выраженные экстрапанкреатические изменения     | 3                |
| E             | Два и более скопления жидкости и газа в забрюшинном пространстве             | 4                |
| Объем некроза | Отсутствует  | 0                |
|               | Занимает 1/3 объема железы   | 2                |
|               | Занимает 1/2 объема железы   | 4                |
|               | Занимает более 1/2 объема железы   | 6                |

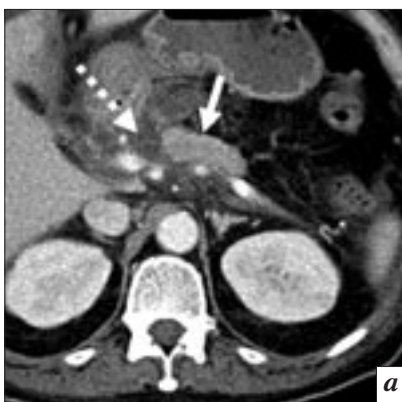
\* При количестве баллов 0–3 летальность составляет 3%, а частота осложнений – 8%, при 4–6 баллах – соответственно 6 и 35%, при 7–10 баллах – 17 и 92%.

Таблица 3

Модифицированный КТ-индекс тяжести ОП

| Прогностический показатель   | Характеристика   | Оценка в баллах* |
|--|--|------------------|
| Панкреатическое воспаление   | Нормальная поджелудочная железа                                      | 0                |
|  | Панкреатические и/или экстрапанкреатические воспалительные изменения | 2                |
|  | Одно или более жидкостных скоплений или перипанкреатический некроз   | 4                |
| Панкреатический некроз   | Нет некроза  | 0                |
|  | До 30% некроза   | 2                |
|  | Более 30% некроза  | 4                |
| Экстрапанкреатические осложнения (плеврит, асцит, сосудистые, гастроинтестинальные осложнения и др.) |  | 2                |

\* Сумма баллов 5 и более ассоциируется с высокой заболеваемостью и смертностью.



**Рис. 1.** КТ (а) с определением перфузии тканей (б). Визуализируются выраженная гипоперфузия (область некроза) в головке поджелудочной железы (пунктирная стрелка) и зона отека (сплошная стрелка) со снижением BF и BV по сравнению со здоровыми тканями [22]

ривенным введением контрастного препарата (скорость 5 мл/с) с целью получения динамических изображений. Второе сканирование выполняется стандартно, через 60 с после введения дополнительного объема контраста, со скоростью 3,5 мл/с. В дальнейшем оцениваются кровоток (Blood Flow, BF, мл/100 г ткани/мин), объем крови (Blood Volume, BV, мл/100 г ткани), время достижения пиковой концентрации (Time-to-Peak, TTP, с) и пиковое усиление контрастирования (Peak Contrast Enhancement, PCE, HU). При воспалительных изменениях в поджелудочной железе достоверно снижаются показатели BV и BF. Так, если в нормальных тканях BF равен  $77 \pm 13$  мл/100 г ткани/мин, а BV  $16 \pm 2$  мл/100 г ткани, то при остром панкреатите данные показатели составляют  $49 \pm 15$  мл/100 г ткани/мин и  $9 \pm 4$  мл/100 г ткани соответственно [22] (рис. 1).

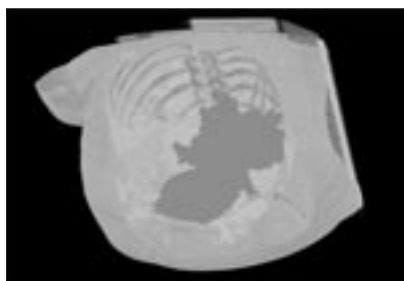
Преимуществом данной методики являются возможность динамической оценки контрастирования в течение продолжительного времени и точное определение пиковых значений, что невозможно при простом визуальном анализе. С использованием КТ-перфузии гораздо легче обнаружить зоны некроза паренхимы железы и тем самым исключить отечную форму острого панкреатита, так как показатели перфузии в случае панкреонекроза приближаются к нулевым [24]. Вместе с тем зоны гипоперфузии, определяемые в паренхиме железы в острую фазу воспаления, не всегда являются зонами некроза с последующей трансформацией в постнекротическую псевдокисту, что подтверждается в процессе динамического наблюдения за этими больными [7]. При сравнении данного протокола КТ с ангиографией для диагностики некротизирующего панкреатита отмечено преимущество первого метода [23].

С внедрением в диагностическую практику многосрезовой КТ



появилась возможность использования трехмерных изображений, получаемых на основе математических алгоритмов обработки КТ-данных [25]. Трехмерная реконструкция при панкреонекрозе важна, ввиду того, что это заболевание в наибольшей степени требует индивидуального подбора лечения, выбора доступа и способа операции [6, 25–27]. Поставленные задачи лучше всего решаются путем пространственной реконструкции КТ-изображений брюшной полости и забрюшинного пространства. На основе КТ-данных строится 3D-модель патологически измененных поджелудочной железы и парапанкреатической клетчатки. Трехмерные реконструкции могут выполняться вне рабочей станции томографа с использованием специального программного обеспечения, в котором лучше организованы возможности автоматической сегментации органов и построения более универсальных 3D-моделей, имеется возможность автоматической волюметрии [28, 29] (рис. 2).

По результатам проводимого пространственного компьютерного анализа выбираются наиболее оптимальный хирургический доступ к патологическому очагу, а также способ оперативного лечения (пункционно-дренирующие процедуры, мини-лапаротомия и/или люмботомия, лапаротомия с формированием ретролапаростомы и этапными некрсеквестрэктомиями) в зависимости



**Рис. 2.** Трехмерная реконструкция КТ-изображений с автоматической волюметрией: объем некротической ткани парапанкреатической клетчатки 1072 см<sup>3</sup> [29]

от распространенности и ограниченности некротического процесса в брюшной полости и забрюшинном пространстве [28, 29]. При данной методике исследования в большинстве случаев отмечается высокий процент совпадения интраоперационных данных с результатами трехмерного моделирования [29].

Среди современных возможностей обработки КТ-изображений, способных повысить качество диагностики острого панкреатита (в частности, инфицированных форм), следует отметить методику анализа анизотропии тканей поджелудочной железы и парапанкреатической клетчатки. Данный метод основан на компьютерном вычислении величин градиентов яркости в окрестности каждого пиксела КТ-изображения интересующей области с построением круговой ориентационной гистограммы, по которой определяются показатели анизотропии [30, 31] (рис. 3).

Анализ КТ-изображений осуществляется авторами по стандартному протоколу, КТ-данные анализировались на трех поперечных срезах с шагом 10 мм; в каждом изображении показателем анизотропии оцениваются в четырех областях – головка, тело, хвост поджелудочной железы и парапанкреатическая клетчатка (12 участков изучения КТ поджелудочной железы) [31]. При получении результатов анизотропии, свидетельствующих о стерильном панкреонекрозе на момент выпол-



**Рис. 3.** КТ брюшной полости с круговой ориентационной гистограммой анизотропии тканей хвоста поджелудочной железы [31]

нения КТ, при отрицательной динамике заболевания возможно повторное КТ-исследование с дополнительной оценкой анизотропии [31]. Данный метод анализа КТ-изображений предоставляет дополнительную возможность количественной оценки возникающих изменений в поджелудочной железе и позволяет проводить неинвазивную диагностику гнойно-септических осложнений тяжелого острого панкреатита.

Кроме доказанных преимуществ использования КТ для диагностики ОП, у данного метода имеются и отрицательные стороны, в первую очередь связанные с риском развития контраст-индуцированной нефропатии при внутривенном контрастном усилении, особенно у пациентов с исходным поражением почек (хроническом или остром на фоне ОП). Согласно рекомендациям IAP/APA, раннее КТ-исследование может увеличить продолжительность пребывания в стационаре в связи с возрастанием вероятности развития аллергической реакции на вводимое контрастное вещество, а также его потенциальной нефротоксичностью [13]. Кроме того, проведение внутривенного контрастирования в ближайшие сроки от начала заболевания может быть нежелательным в связи с возможным усугублением нарушений микроциркуляции в скомпрометированной поджелудочной железе в результате введения йодсодержащего препарата [15]. В свою очередь, для профилактики контраст-индуцированной нефропатии у пациентов с панкреонекрозом можно применять следующие методики: отмена нефротоксичных препаратов (НПВС, ряд антибиотиков, ингибиторы АПФ, петлевые диуретики), активная внутривенная гидратация, использование гипо- и изоосмолярных контрастных веществ, «экономное» использование и разведение вводимого контраста [13].

Из недостатков КТ следует дополнительно отметить нали-

чие лучевой нагрузки, что особенно актуально для больных, которым требуются повторные контрольные томографические исследования. К недостаткам также относятся: невысокая диагностическая точность выявления конкрементов в желчном пузыре и желчевыводящих протоках, недостаточная диагностическая эффективность (по сравнению с магнитно-резонансной холангиопанкреатографией) при оценке содержимого очагов панкреатического и парапанкреатического некроза [17].

Таким образом, в настоящее время основная роль в диагностике, стратификации острого панкреатита, дифференцировке его различных форм отводится КТ-визуализации с помощью внутривенного болюсного контрастирования. При этом, несмотря на некоторые преимущества МРТ и УЗИ, КТ с болюсным контрастным усилением остается ведущим методом объективизации патологии поджелудочной железы, «золотым стандартом» диагностики острого панкреатита [4, 10, 32, 33]. Это связано с достаточно высокой диагностической точностью, хорошей доступностью метода (расположение вблизи от приемных и реанимационных отделений), небольшим временем сканирования и относительно простой интерпретацией получаемых изображений лечащими врачами и рентгенологами.

Современные технологии – перфузионная КТ поджелудочной железы, пространственное моделирование цифровых изображений, определение анизотропии ткани поджелудочной железы – позволяют улучшить диагностическую эффективность компьютерной томографии у пациентов с острым панкреатитом.

### Благодарности

Авторы выражают благодарность профессору Н.Б. Губергриц, президенту Украинского клуба панкреатологов, за методологическое сопровождение статьи.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

### Литература [References]

1. Ермолов А.С., Иванов П.А., Благовестнов Д.А., Гришин А.А. Диагностика и лечение острого панкреатита. М.: ВИДАР; 2013. [Ermolov A.S., Ivanov P.A., Blagovestnov D.A., Grishin A.A. Diagnosis and treatment of acute pancreatitis. Moscow: VIDAR; 2013 (in Russ.).]
2. Begler H.G., Buchler M. Acute pancreatitis: research and clinical management. Springer Science & Business Media; 2012.
3. Acute Pancreatitis Classification Working Group. Revision of the Atlanta classification of acute pancreatitis. April 2008. Available at: <http://pancreasclub.com/wp-content/uploads/2011/11/Atlanta-Classification.pdf> (accessed April 30, 2017).
4. Banks P.A., Bollen T.L., Dervenis C., Gooszen H.G., Johnson C.D., Sarr M.G. et al. Acute Pancreatitis Classification Working Group. Classification of acute pancreatitis – 2012: revision of the Atlanta classification and definitions by international consensus. *Gut*. 2013; 62 (1): 102–11. DOI: 10.1136/gutjnl-2012-302779
5. Busireddy K.K., Al Obaidy M., Ramalho M., Kalubowila J., Baodong L., Santagostino I. et al. Pancreatitis-imaging approach. *World J. Gastrointest. Pathophysiol.* 2014; 5 (3): 252–70. DOI: 10.4291/wjgp.v5.i3.252
6. Thoeni R.F. The revised Atlanta classification of acute pancreatitis: its importance for the radiologist and its effect on treatment. *Radiology*. 2012; 262 (3): 751–64. DOI: 10.1148/radiol.11110947
7. Касаткина Е.А., Клаусс М., Кауцзор Н.-У., Риден Т.В., Хакерт Т., Синицын В.Е., Греначер Л. Возможности компьютерной томографии в оценке полиморфных изменений при деструктивных панкреатитах. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2014; 5: 34–9. DOI: 10.20862/0042-4676-2014-0-5-34-39 [Kasatkina E.A., Klauss M., Kauczor H.-U., Riden T.V., Hackert T., Sinitsyn V.E., Grenacher L. Capabilities of computed tomography to evaluate polymorphic changes in destructive pancreatitis. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2014; 5: 34–9. DOI: 10.20862/0042-4676-2014-0-5-34-39 (in Russ.).]
8. Megibow A.J., Ralls P.W., Balfe D.M., Bree R.L., DiSantis D.J., Glick S.N. et al. Acute pancreatitis. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria. *Radiology*. 2000; 215 (Suppl.): S203–7.
9. Johnson C.D. Pancreatic disease: protocols and clinical research. N.Y.: CWI-S; 2009.
10. Working Group IAP/APA Acute Pancreatitis Guidelines. IAP/APA evidence-based guidelines for the management of acute pancreatitis. *Pancreatol.* 2013; 13 (4, Suppl. 2): S1–15. DOI: 10.1016/j.pan.2013.07.063
11. Spitzer A.L., Thoeni R.F., Barcia A.M., Schell M.T., Harris H.W. Early nonenhanced abdominal computed tomography can predict mortality in severe acute pancreatitis. *J. Gastrointest. Surg.* 2005; 9 (7): 928–33.
12. Kim D.H., Pickhardt P.J. Radiologic assessment of acute and chronic pancreatitis. *Surg. Clin. North Am.* 2007; 87 (6): 1341–58.
13. Morgan D.E. Imaging of acute pancreatitis and its complications. *Clin. Gastroenterol. Hepatol.* 2008; 6 (10): 1077–85. DOI: 10.1016/j.cgh.2008.07.012
14. Scaglione M., Casciani E., Pinto A., Andreoli C., De Vargas M., Gualdi G.F. Imaging assessment of acute pancreatitis: a review. *Semin. Ultrasound CTMR*. 2008; 29 (5): 322–40.
15. Каган И.И., Железнов Л.М. Поджелудочная железа: микрохирургическая и компьютерно-томографическая анатомия. М.: Медицина; 2004. [Kagan I.I., Zheleznov L.M. Pancreas: microsurgical and computer tomography anatomy. Moscow: Meditsina; 2004 (in Russ.).]
16. Banks P.A., Freeman M.L. Practice parameters Committee of the American College of Gastroenterology. Practice guidelines in acute pancreatitis. *Am. J. Gastroenterol.* 2006; 101 (10): 2379–400.
17. Arvanitakis M., Koustiani G., Gantzarou A., Grollios G., Tsitouridis I., Haritandi-Kouridou A. et al. Staging of severity and prognosis of acute

- pancreatitis by computed tomography and magnetic resonance imaging – a comparative study. *Dig. Liver Dis.* 2007; 39 (5): 473–82.
18. Takahashi N., Papachristou G.I., Schmit G.D., Chahal P., LeRoy A.J., Sarr M.G. et al. CT findings of walled-off pancreatic necrosis (WOPN): differentiation from pseudocyst and prediction of outcome after endoscopic therapy. *Eur. Radiol.* 2008; 18 (11): 2522–9. DOI: 10.1007/s00330-008-1039-1
  19. Mujica V.R., Barkin J.S., Go V.L. Acute pancreatitis secondary to pancreatic carcinoma. Study Group Participants. *Pancreas.* 2000; 21 (4): 329–32.
  20. Bollen T.L., Singh V.K., Maurer R., Repas K., van Es H.W., Banks P.A. et al. Comparative evaluation of the modified CT severity index and CT severity index in assessing severity of acute pancreatitis. *Am. J. Roentgenol.* 2011; 197 (2): 386–92. DOI: 10.2214/AJR.09.4025
  21. De Waele J.J., Delrue L., Hoste E.A., De Vos M., Duyck P., Colardyn F.A. Extrapaneatic inflammation on abdominal computed tomography as an early predictor of disease severity in acute pancreatitis: evaluation of a new scoring system. *Pancreas.* 2007; 34 (2): 185–90.
  22. Delrue L., Blanckaert P., Mertens D., Van Meerbeeck S., Ceelen W., Duyck P. Tissue perfusion in pathologies of the pancreas: assessment using 128-slice computed tomography. *Abdom. Imaging.* 2012; 37 (4): 595–601. DOI: 10.1007/s00261-011-9783-0
  23. Tsuji Y., Hamaguchi K., Watanabe Y., Okumura A., Isoda H., Yamamoto N. et al. Perfusion CT is superior to angiography in predicting pancreatic necrosis in patients with severe acute pancreatitis. *J. Gastroenterol.* 2010; 45 (11): 1155–62. DOI: 10.1007/s00535-010-0267-8
  24. Pieńkowska J., Gwoździejewicz K., Skrobisz-Balandowska K., Marek I., Kostro J., Szurowska E. et al. Perfusion-CT – can we predict acute pancreatitis outcome within the first 24 hours from the onset of symptoms? *PLoS One.* 2016; 11 (1): e0146965. DOI: 10.1371/journal.pone.0146965
  25. Litvin A.A., Khokha D.V., Naser H., Filatov A.A. Value of three-dimensional reconstructions in pancreatic necrosis using contrast-enhanced CT data: initial results. *Pancreatology.* 2011; 11: 130.
  26. Beger H.G., Warshaw A.L., Büchler M.W., Kozarek R.A., Lerch M.M., Neoptolemos J.P. et al. The pancreas: an integrated textbook of basic science, medicine, and surgery. John Wiley and Sons Ltd.; 2009.
  27. Sureka B., Bansal K., Patidar Y., Arora A. Imaging lexicon for acute pancreatitis: 2012 Atlanta Classification revisited. *Gastroenterol. Rep. (Oxf).* 2016; 4 (1): 16–23. DOI: 10.1093/gastro/gov036
  28. Литвин А.А., Сурунович А.В., Юргель А.В. Использование трехмерной реконструкции КТ-данных для выбора хирургической тактики при инфицированном панкреонекрозе. *Медицинская визуализация.* 2008; 4: 127–32. [Litvin A.A., Surunovich A.V., Yurgel' A.V. Using a three-dimensional reconstruction of CT data to select surgical tactics for infected pancreatic necrosis. *Meditsinskaya Vizualizatsiya (Medical Imaging, Russian journal).* 2008; 4: 127–32 (in Russ.).]
  29. Litvin A., Filatov A., Khokha D., Litvin V. Three-dimensional reconstructions in pancreatic necrosis using CT data. *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.* 2013; 8 (Suppl. 1): S360–61.
  30. Ковалев В.А. Анализ текстуры трехмерных медицинских изображений. Минск: Белорусская наука; 2008. [Kovalev V.A. Analysis of the texture of three-dimensional medical images. Minsk: Belorusskaya Nauka; 2008 (in Russ.).]
  31. Литвин А.А., Жариков О.Г., Филатов А.А., Ковалев В.А. Оценка анизотропии КТ-изображений в диагностике инфицированного панкреонекроза. *Вестник новых медицинских технологий.* 2013; 20 (3): 22–6. [Litvin A.A., Zhari-kov O.G., Filatov A.A., Kovalev V.A. Evaluation of anisotropy of CT images in the diagnosis of infected pancreatic necrosis. *Vestnik Novykh Meditsinskikh Tekhnologiy (Bulletin of New Medical Technologies, Russian journal).* 2013; 20 (3): 22–6 (in Russ.).]
  32. Foster B.R., Jensen K.K., Bakis G., Shaaban A.M., Coakley F.V. Revised Atlanta Classification for Acute Pancreatitis: a pictorial essay. *Radiographics.* 2016; 36 (3): 675–87. DOI: 10.1148/rg.2016150097
  33. Murphy K.P., O'Connor O.J., Maher M.M. Updated imaging nomenclature for acute pancreatitis. *Am. J. Roentgenol.* 2014; 203 (5): 464–9. DOI: 10.2214/AJR.13.12222