DOI: 10.47026/2413-4864-2025-2-1-13

УДК 616.24-073.756.8
ББК 54.12:53.6

А.В. БОРМЫШЕВ, Т.Г. МОРОЗОВА

РОЛЬ КРИТЕРИЕВ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ И ПРОГРЕССИРОВАНИЯ СИНДРОМА ОСТРОГО ЛЕГОЧНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ РЕАНИМАЦИОННОГО ОТДЕЛЕНИЯ ПО ДАННЫМ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Ключевые слова: *компьютерная томография, синдром острого легочного повреждения, прогноз, карты плотности легочной ткани, количественный показатель.*

В современной медицинской практике мультиспиральная компьютерная томография является самым информативным и предпочтительным способом диагностики острого респираторного дистресс-синдрома у взрослых пациентов.
Цель исследования *– определить роль критериев ранней диагностики и прогрессирования синдрома острого легочного повреждения у пациентов реанимационного отделения по данным мультиспиральной компьютерной томографии.*
Материалы и методы исследования. *Проведено обследование 83 пациентов, которые поступали в отделение реанимации ОГБУЗ «Клиническая больница № 1» (Смоленск); в течение двух с половиной лет под наблюдением остались 63 пациента (93,1%). Всем больным из основной группы была выполнена мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки с дополнительным анализом показателей плотности легочной ткани. По данным компьютерной томографии оценивались также денситометрические показатели возможных повреждений систем жизнеобеспечения: печень, головной мозг, почки. 39 пациентам основной группы выполнено рентгенологическое исследование органов грудной клетки. Проанализированы значения лабораторных показателей всех пациентов: парциальное давление углекислого газа в артериальной крови, индекс оксигенации.*
Результаты исследования. *У 61 пациента (73,5%) при индексе синдрома острого легочного повреждения менее 26%, нормальных лабораторных и лучевых критериях пребывание в отделении реанимации составляло от 3 до 5 суток, далее следовал перевод в стационар, период реабилитации достигал 3 месяцев. При сниженных денситометрических показателях внутренних органов при поступлении и в динамическом наблюдении обратная динамика была отмечена у 22 пациентов (26,5%), количественный критерий синдрома острого легочного повреждения у них был более 26%, количество койко/дней – от 7 до 11 суток, процесс реабилитации – более 6–9 месяцев, у 7 (31,8%) из них – летальный исход. Своевременно скорректированные лечебно-диагностические мероприятия у 15 пациентов (68,2%) способствовали улучшению клинико-лабораторной картины.*
Выводы. *Риск развития синдрома острого легочного повреждения и его неблагоприятного течения следует считать при количественном критерии по данным карт плотности легочной ткани более 26%. Сниженные денситометрические показатели внутренних органов (печени, головного мозга, почек) при поступлении и в динамическом наблюдении, количественный критерий синдрома острого легочного повреждения более 26% – неблагоприятное течение нозологических форм у пациентов реанимационного отделения. Наибольшей диагностической и прогностической значимостью обладает мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки (AUC ROC – 0,992, 95% ДИ – 0,890–0,995), причем дополнительное применение карт плотности увеличивает значимость метода при поступлении (AUC ROC – 0,995, 95% ДИ – 0,992–0,997) и динамическом наблюдении (AUC ROC – 0,997, 95% ДИ – 0,994–0,999).*

Введение. Острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС), широко известный как синдром острого легочного повреждения (СОЛП), может развиться

у взрослых как осложнение после реанимационных мероприятий, при травматических повреждениях, кровопотерях и других критических состояниях [1, 3]. В практике реаниматологов часто встречается тяжелая острая дыхательная недостаточность (ОДН) с поражением паренхимы легких, которая представляет собой серьезную угрозу для жизни пациентов и нередко приводит к их гибели [1, 3, 7]. ОДН играет ключевую роль в клинической картине острого повреждения легких (ОПЛ) и ОРДС. В 1992 г. на совместном Американо-Европейском форуме, проходившем в США и Испании, обсуждались различные аспекты, касающиеся ОРДС. Итогом обсуждений стало формулирование критериев, позволяющих определить ОПЛ и ОРДС. Однако в данных критериях не нашли отражения нарушения негазообменных или нереспираторных функций легких.

Согласно этим критериям, ОРДС и ОПЛ трактуются как стадии одного и того же патологического процесса – паренхиматозного повреждения легочной ткани [2]. Термин «ОПЛ» может быть использован для описания патологических изменений, которые могут возникать в паренхиме легких. Тем не менее данный термин целесообразно использовать для обозначения наиболее тяжелой группы этих изменений. ОРДС, в свою очередь, представляет собой наиболее серьезное проявление ОПЛ [2].

Из этого следует, что ОРДС всегда сопровождается ОПЛ, но ОПЛ не всегда приводит к развитию ОРДС [5, 8]. Благодаря прогрессу в области реаниматологии и возможности выведения пациентов из критических состояний, включая крайне тяжелые случаи шока, врачи все чаще сталкиваются с ситуациями, когда ОДН возникает спустя несколько дней после стабилизации гемодинамики и улучшения общего состояния пациента. В то же время причины возникновения ОДН остаются недостаточно изученными [5, 7, 27].

Аналогичные изменения в здоровых легких наблюдались у пациентов с другими заболеваниями, которые перенесли длительные нарушения перфузии тканей: острое нарушение мозгового кровообращения, черепно-мозговую травму, тяжелые формы гнойных перитонитов, панкреонекроз и синдром системной воспалительной реакции организма [1, 21, 25].

В современной медицинской практике мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) является самым информативным и предпочтительным способом диагностики ОРДС у взрослых пациентов [4, 8, 21]. Рентгеновское исследование органов грудной клетки (ОГК) остается наиболее распространенным и доступным методом для установления диагноза и наблюдения за прогрессированием болезней легких, особенно в реанимационных отделениях. В то же время МСКТ стала популярным инструментом в диагностике ОРДС у взрослых. Некоторые специалисты предлагают рассматривать ее как неотъемлемый компонент плана ведения пациентов с ОРДС [4, 25, 27]. Результаты обследования не только помогают установить диагноз, но и создают комплекс диагностических признаков, обеспечивающих врача-клинициста актуальной информацией о клиническом статусе больного с данным заболеванием [18, 21, 26].

Цель исследования – определить роль критериев ранней диагностики и прогрессирования синдрома ОПЛ у пациентов реанимационного отделения по данным МСКТ.

Материалы и методы исследования. В период с 2022 по 2025 г. в ОГБУЗ «Клиническая больница № 1» (Смоленск) было проведено проспективное исследование 83 пациентов, поступивших в реанимационное отделение. В стационар

соответствующего профиля для продолжения лечения были переведены 72 пациента (86,7%), 63 пациента (75,9%) находились под наблюдением в течение 2 лет после выписки из стационара.

Средний возраст пациентов составил 65±19,3 года, среди них с первичным поражением легких 46 человек (55,4%), со вторичным – 37 (44,6%). Распределение пациентов по типам заболеваний, вызвавших СОЛП, представлено в таблице.

Распределение пациентов по типам заболеваний, вызвавших СОЛП (*n* = 83)

Этиологические факторы, вызывающие СОЛП		Пол			
		мужской		женский	
		абс.	%	абс.	%
Первичное поражение легких (*n* = 46)	Аспирационный пневмонит (*n* = 10)	6	13,3	4	10,5
	Инфекционный процесс (*n* = 21)	12	26,7	9	23,7
	Тотальная пневмония (*n* = 15)	8	17,7	7	18,5
Вторичное поражение легких (*n* = 37)	Септическое состояние (*n* = 6)	4	8,9	2	5,2
	Острый панкреатит (*n* = 10)	5	11,2	5	13,2
	Полушарный ишемический инсульт (*n* = 10)	4	8,9	6	15,7
	Геморрагический инсульт (*n* = 11)	6	13,3	5	13,2
Всего		45	54,2	38	45,8

Группа сравнения была представлена ретроспективным анализом 45 пациентов с первичным и вторичным поражениями легких, которым оказывались лечебно-диагностические мероприятия согласно стандарту оказания медицинской помощи реанимационным больным [3].

В рамках исследования всем участникам основной группы при поступлении выполнена МСКТ ОГК на аппарате GE Revolution EVO 64 с последующим анализом плотности легочной ткани. В группе контроля данная процедура проведена в 22 случаях (45,2%). Дополнительно по данным МСКТ оценивались денситометрические показатели возможных повреждений систем жизнеобеспечения: печени, головного мозга, почек. При анализе результатов рентгеновского исследования ОГК у 39 пациентов основной группы ОРДС был диагностирован у 28 человек (33,7%). Распределение по степеням тяжести следующее:

- ОРДС II степени: 12 пациентов (14,5%);
- ОРДС III степени: 14 пациентов (16,8%);
- ОРДС IV степени: 2 пациента (2,4%).

Однако у большинства пациентов (66,3%) изменения в легких отсутствовали. Это может быть связано с несколькими факторами, включая отсутствие патологии легких, изменения, которые не могут быть обнаружены при МСКТ-исследовании, или изменения, требующие дополнительных методов исследования.

Для статистического анализа результатов использовались методы описательной статистики и непараметрические критерии сравнения выборок. Диагностическая значимость методов визуализации оценивалась путем расчета чувствительности, специфичности и точности, а также с помощью ROC-анализа с определением площади под кривой (Area Under Curve – AUC).

Результаты и их обсуждение. Карты плотности легочной ткани позволили определить и уточнить характер плохо аэрируемой легочной ткани, определяемый по визуальному паттерну и характеру плотности, тем самым разработать количественный критерий СОЛП (Q_{ALI}) по формуле

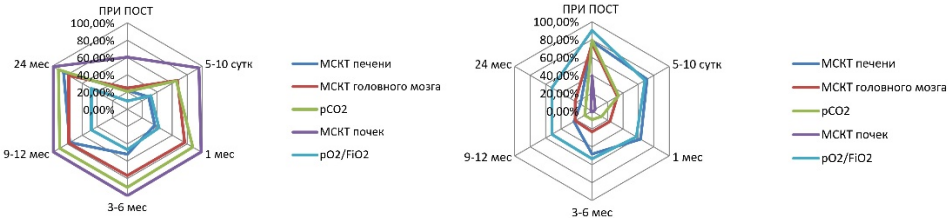
$$Q_{ALI} = I + C + A_L, \%,$$

где I – интерстициальные изменения, %; C – процесс консолидации, %; A_L – отсутствие аэрации, % (рис. 1).

Range Name	Range values	Right Lung Right Lung	Left Lung Left Lung	Total Lung Volume Combined Lungs
-1050	[-1024 / -950]	1.0134%	1.1798%	1.0901% / 0.0534 L
-950	[-950 / -750]	80.5665%	77.7081%	79.2482% / 3.8833 L
-750	[-750 / -550]	11.8704%	14.083%	12.8909% / 0.6317 L
-550	[-550 / -100]	5.5459%	6.0382%	5.773% / 0.2829 L
-100	[-100 / 0]	1.0037%	0.991%	0.9979% / 0.0489 L
	Total	2.6402 L	2.1871 L	4.9002 L

Рис. 1. Основные критерии карты плотности легочной ткани для оценки индекса СОЛП: интерстициальные изменения (красный паттерн), процесс консолидации (зеленый паттерн), отсутствие аэрации (фиолетовый паттерн) (сверху вниз)

При наблюдении за пациентами в условиях реанимационного отделения были проанализированы лабораторные (парциальное давление углекислого газа в артериальной крови (pCO2) – 35–45 мм рт.ст., индекс оксигенации (pO2/FiO2) – 500 мм рт.ст.)) и лучевые критерии, а именно денситометрические показатели возможных повреждений систем жизнеобеспечения: печени (60–70 HU), головного мозга (32 HU), почек (30–40 HU). Было установлено, что у 61 пациента (73,5%) при индексе СОЛП менее 26%, нормальных лабораторных и лучевых критериях пребывание в отделении реанимации составляло от 3 до 5 сут., далее следовал перевод в стационар, период реабилитации занимал до 3 месяцев, при динамическом наблюдении изменений со стороны лабораторных и лучевых критериев отмечено не было. Отрицательная динамика была отмечена у 22 пациентов (26,5%) при сниженных денситометрических показателях внутренних органов при поступлении и в динамическом наблюдении, количественном критерии СОЛП более 26%, количество койко/дней составляло от 7 до 11 сут. (рис. 2).

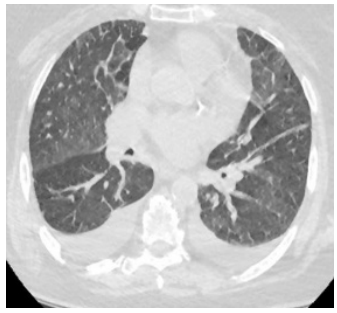


а *б*

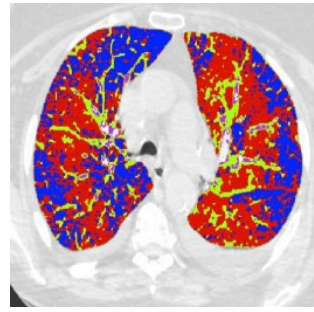
Рис. 2. Диаграммы лабораторных и денситометрических показателей систем жизнеобеспечения у пациентов с СОЛП при поступлении и динамическом наблюдении:
а – количественный критерий СОЛП более 26%, денситометрические показатели внутренних органов в пределах нормы при поступлении и динамическом наблюдении (n = 61);
б – количественный критерий СОЛП менее 26%, денситометрические показатели внутренних органов ниже нормы при поступлении и динамическом наблюдении (n = 22)

В отделении реанимации, где пациенты часто находятся в тяжелом состоянии и нуждаются в тщательном мониторинге, карты плотности легочной ткани, полученные с помощью МСКТ, могут предоставить ценную диагностическую информацию. Примеры, представленные ниже, иллюстрируют возможности этого метода в выявлении различных патологических изменений в легких. При СОЛП анализ карт плотности легочной ткани показал, что значения, превышающие 26%, соответствуют отрицательной клинико-лабораторной динамике. Выраженная диффузная неоднородность легочной паренхимы на качественных томограммах

также подтверждает наличие патологического процесса (рис. 3). При первичном обследовании выявлено нарушение пневматизации легочной ткани вследствие интерстициального отека и двустороннего гидроторакса. Качественная оценка плотности показала выраженный негомогенный паттерн паренхимы легких с преобладанием красного оттенка, что свидетельствовало о наличии инфильтратов и отека. Количественный анализ карт плотности выявил, что более 26% легочной ткани имели повышенную плотность, что являлось неблагоприятным прогностическим признаком.



а



б

Range Name	Range values	Right Lung Right Lung	Left Lung Left Lung	Total Lung Volume Combined Lungs
-1050	[-1024 / -950]	0.0324%	0.0322%	0.0323% / 0.0013 L
-950	[-950 / -750]	39.9568%	48.1273%	44.0420% / 1.7681 L
-750	[-750 / -550]	47.8761%	39.6541%	43.7651% / 1.7569 L
-550	[-550 / -100]	10.7003%	11.1432%	10.9218% / 0.4385 L
-100	[-100 / 0]	1.4344%	1.0432%	1.2388% / 0.0497 L
	Total	2.0082 L	2.0063 L	4.0145 L

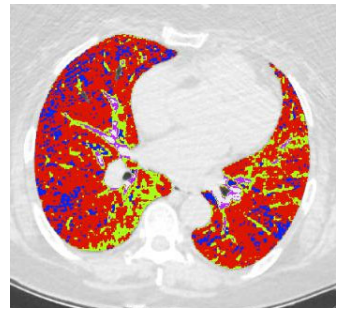
в

Рис. 3. Анализ карт плотности легочной ткани у пациентки 58 лет с прогрессирующим СОЛП при поступлении:
а – КТ-томограмма легких: аксиальный срез (легочное окно);
б – КТ-томограмма легких: аксиальный срез (качественная оценка плотности легочной ткани);
в – количественный анализ карт плотности легочной ткани (указано стрелками)

При динамическом наблюдении через 3 сут. сохранялось нарушение пневматизации легочной ткани за счет интерстициального компонента. Качественная картина плотности продемонстрировала негомогенный характер паттерна паренхимы легких, однако в верхних отделах преобладал красный оттенок, что могло свидетельствовать о некотором улучшении визуализационной картины. Количественные показатели карт плотности стали менее 26%, что указывало на умеренно положительную динамику (рис. 4).

Своевременно скорректированные лечебно-диагностические мероприятия у 15 пациентов (68,2%) (использование усовершенствованного мониторинга артериального давления; pCO_2, pO_2/FiO_2 – 2 раза в сут.; частота дыхательных движений, температура тела – кратность измерения 12 раза в сут.; кислотно-щелочное состояние – 2 раз в сут.; привлечение узкопрофильных специалистов) способствовали улучшению клинико-лабораторной картины. В последующем пациенты были переведены в удовлетворительном состоянии в профильные отделения.

а



б

Range Name	Range values	Right Lung Right Lung	Left Lung Left Lung	Total Lung Volume Combined Lungs
-1050	[-1024 / -950]	1.4719%	1.7140%	1.5930% / 0.0785 L
-950	[-950 / -750]	76.7981%	77.0823%	76.9402% / 3.7932 L
-750	[-750 / -550]	16.2937%	14.7581%	15.5259% / 0.7654 L
-550	[-550 / -100]	4.5371%	5.5583%	5.0477% / 0.2489 L
-100	[-100 / 0]	0.8992%	0.8873%	1.2388% / 0.0440 L
	Total	2.5731 L	2.357 L	4.9301 L

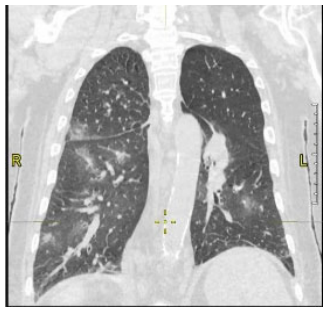
в

Рис. 4. Анализ карт плотности легочной ткани у пациентки 58 лет
с прогрессирующим СОЛП при динамическом наблюдении через 3 сут.:
а – КТ-томограмма легких: аксиальный срез (легочное окно);
б – КТ-томограмма легких: аксиальный срез (качественная оценка плотности легочной ткани);
в – количественный анализ карт плотности легочной ткани (указано стрелками)

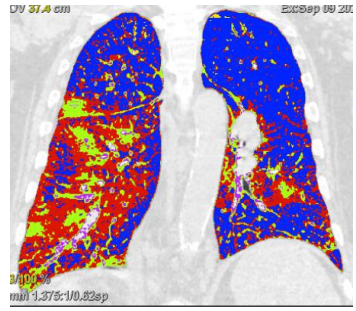
Следующий клинический пример демонстрирует пациента с двухсторонней полисегментарной пневмонией вирусного генеза (рис. 5). При первичном обследовании было выявлено диффузное нарушение пневматизации легочной ткани вследствие интерстициального отека и зон консолидации. Качественная оценка плотности показала выраженный негомогенный паттерн паренхимы легких с преобладанием красного оттенка по заднебазальной поверхности, что свидетельствовало о наличии инфильтратов и отека. Количественный анализ карт плотности выявил, что менее 26% легочной ткани имели повышенную плотность, что указывало на относительно благоприятный прогноз.

При контрольном исследовании через 5 сут. на корональном срезе было выявлено отсутствие нарушения пневматизации легочной ткани. Качественный анализ карт плотности продемонстрировал гомогенный характер паттерна паренхимы легких с преобладанием синего оттенка, что свидетельствовало о положительной динамике. Количественные показатели карт плотности остались прежними – менее 26% (рис. 6).

При наблюдении за пациентами в течение 2 лет особую группу представляли исследуемые с индексом СОЛП более 26%, низкими денситометрическими показателями внутренних органов. К сожалению, у 7 больных был летальный исход: сохранялся индекс СОЛП более 26%, качественная характеристика была представлена красным паттерном. При анализе данных МСКТ легких у пациента 61 года было выявлено нарушение пневматизации легочной ткани, обусловленное интерстициальными изменениями неравномерного распределения и наличием тяжей фиброза. Распределение плотности легочной ткани имело выраженный негомогенный характер (рис. 7).



а



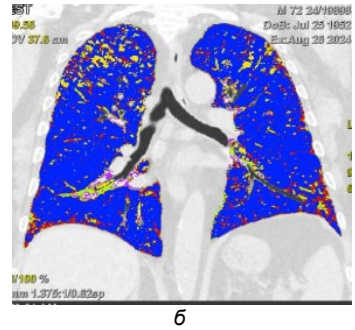
б

Range Name	Range values	Right Lung Right Lung	Left Lung Left Lung	Total Lung Volume Combined Lungs
-1050	[-1024 / -950]	1.1893%	1.3859%	1.2876% / 0.0570 L
-950	[-950 / -750]	74.4837%	74.4473%	74.4655% / 3.2947 L
-750	[-750 / -550]	17.0034%	16.7460%	16.8747% / 0.7466 L
-550	[-550 / -100]	6.7739%	6.6812%	6.7276% / 0.2977 L
-100	[-100 / 0]	0.5497%	0.7396%	0.6447% / 0.0285 L
	Total	2.0985 L	2.326 L	4.4245 L

в

Рис. 5. Анализ карт плотности легочной ткани пациента 48 лет с СОЛП (двухсторонняя полисегментарная пневмония вирусной природы) при поступлении:
а – КТ-томограмма легких: корональный срез (легочное окно);
б – КТ-томограмма легких: корональный срез (качественная оценка плотности легочной ткани);
в – количественный анализ карт плотности легочной ткани (указано стрелками)

а

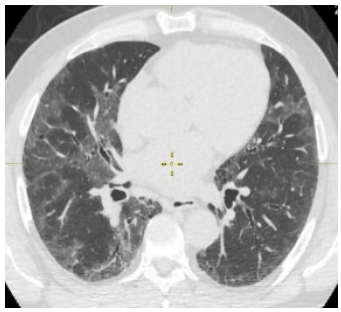


б

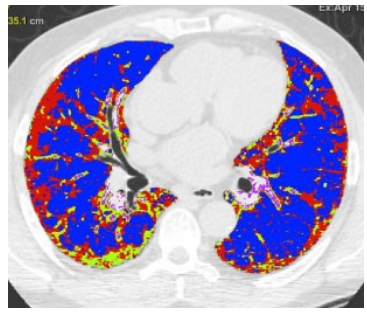
Range Name	Range values	Right Lung Right Lung	Left Lung Left Lung	Total Lung Volume Combined Lungs
-1050	[-1024 / -950]	0.2762%	0.0361%	0.1562% / 0.0068 L
-950	[-950 / -750]	81.3839%	79.4721%	80.4280% / 3.5128 L
-750	[-750 / -550]	13.0331%	14.1526%	13.5929% / 0.5937 L
-550	[-550 / -100]	4.4386%	5.6399%	5.0393% / 0.2201 L
-100	[-100 / 0]	0.8682%	0.6993%	0.7838% / 0.0342 L
	Total	2.2482 L	2.1194 L	4.3676 L

в

Рис. 6. Анализ карт плотности легочной ткани пациента 48 лет с СОЛП (двухсторонняя полисегментарная пневмония вирусной природы) в динамике через 5 сут.:
а – КТ-томограмма легких: корональный срез (легочное окно);
б – КТ-томограмма легких: корональный срез (качественная оценка плотности легочной ткани);
в – количественный анализ карт плотности легочной ткани (указано стрелками)



а

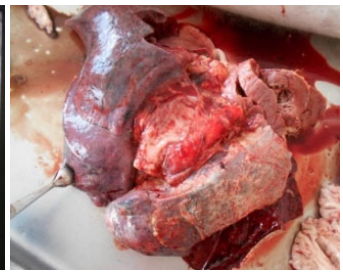


б

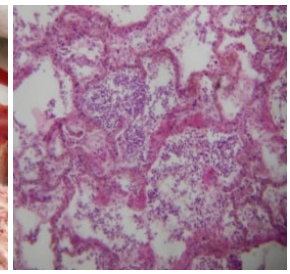
Range Name	Range values	Right Lung Right Lung	Left Lung Left Lung	Total Lung Volume Combined Lungs
-1050	[-1024 / -950]	1.1728%	1.7002%	1.4365% / 0.0599 L
-950	[-950 / -750]	53.1762%	55.4906%	54.3334% / 2.2641 L
-750	[-750 / -550]	32.3422%	30.0046%	31.1734% / 1.2990 L
-550	[-550 / -100]	12.0045%	11.8027%	11.9036% / 0.4960 L
-100	[-100 / 0]	1.3043%	1.0019%	1.1531% / 0.0480 L
	Total	1.9799 L	2.1871 L	4.167 L

в

г



д



е

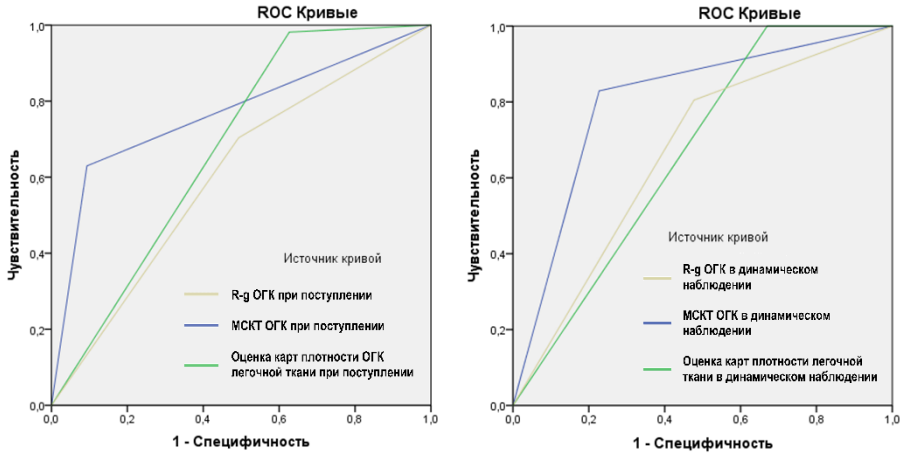
Рис. 7. Диагностические критерии карты плотности легочной ткани у пациента 61 года через 7 месяцев после выписки из стационара:
а – КТ-томограмма легких: аксиальный срез (легочное окно); *б* – КТ-томограмма легких: аксиальный срез (качественная оценка плотности легочной ткани); *в* – количественный анализ карт плотности легочной ткани (при СОЛП (указано стрелками); *г* – обзорная рентгенограмма ОГК (передняя прямая проекция) через 2 сут. пребывания в отделении реанимации; *д* – аутопсийный материал на макроморфологическом препарате; *е* – микроморфологическое исследование ткани легких (окраска гематоксилин-эозином, Ув. ×200)

Количественная оценка карт плотности легочной ткани при СОЛП показала, что более 26% легочной ткани имело повышенную плотность, что ассоциировалось с неблагоприятным течением СОЛП и высоким риском неблагоприятного исхода.

Обзорная рентгенограмма ОГК через 2 сут. пребывания в отделении реанимации выявила признаки альвеолярного отека (рис. 7). Через 3 сут. пребывания наступил летальный исход. Аутопсийный материал на макроморфологическом препарате показал изменение паренхимы обоих легких, признаки отека легких, указывавшие на избыточное скопление жидкости в интерстициальном пространстве и альвеолах, субтотальное нарушение кровоснабжения легких, что могло привести к ишемии и некрозу легочной ткани. При микроморфологическом исследовании ткани легких выявлены следующие изменения: признаки альвеолярного поражения с деструкцией альвеолярных стенок, наличие экссудата в альвеолах,

кровоизлияния в альвеолы и отек альвеол, выраженная макрофагальная реакция, которая свидетельствовала о воспалительном процессе в легочной ткани, множественные гиалиновые мембраны, характерные для ОРДС.

Представленные клинические примеры указывают на необходимость совместной оценки качественного и количественного критериев карт плотности легочной ткани. Была проведена оценка диагностической и прогностической значимости рентгеновского исследования органов грудной клетки и МСКТ с картами плотности при поступлении и в динамическом наблюдении за пациентами (рис. 8).



а *б*

Рис. 8. Сравнительная диагностическая эффективность критериев карт плотности легочной ткани и рентгеновского исследования органов грудной клетки:
а – при поступлении; *б* – при динамическом наблюдении

Таким образом, установлено, что наиболее диагностической и прогностической значимостью обладает МСКТ ОГК (AUC ROC – 0,992, 95% ДИ – 0,890–0,995). Стоит отметить, что при изменении карт плотности увеличивается значимость метода при поступлении (AUC ROC – 0,995, 95% ДИ – 0,992–0,997) и динамическом наблюдении (AUC ROC – 0,997, 95% ДИ – 0,994–0,999).

Обсуждение. Легочные осложнения у пациентов в критическом состоянии представляют собой серьезную проблему современной медицины. В России и за рубежом данному вопросу уделяется пристальное внимание, что обусловлено высокой частотой развития и тяжестью данных осложнений. Развитие патологических изменений в легких у реанимационных больных может быть обусловлено как ятрогенными факторами (интубация, трахеостомия, катетеризация центральных вен и дренирование), так и патологическим процессом, лежащим в основе заболевания [3, 22, 24]. В научной литературе, в особенности в зарубежных изданиях, публикуется большое количество работ, посвященных острой легочной патологии у пациентов в отделениях интенсивной терапии. Наиболее распространенными формами данной патологии являются отек легких [4, 7, 10, 20], пневмония [6, 15–17, 19, 20] и ателектазы [9, 11–14]. Несмотря на значительное количество исследований, в данной области остаются нерешенные вопросы, в частности, отсутствие комплексного подхода к изучению изменений в легких у реанимационных больных, что препятствует разработке эффективных диагностических алгоритмов. В работе А.В. Власенко и соавт. [1, 4, 23] подчеркивается значение индекса оксигенации в диагностике респираторных

нарушений. Авторы отмечают также изменчивость данного показателя и его зависимость от множества факторов, что снижает его диагностическую ценность. Для объективизации тяжести дыхательной недостаточности и своевременной диагностики ОРДС необходимо комплексно оценивать клиническую картину, учитывать этиологию и форму ОПЛ, а также эффективность проводимой терапии. Индекс оксигенации, обладая чувствительностью к различным факторам, не всегда позволяет своевременно и точно диагностировать ОРДС, что может привести к задержке в назначении адекватного лечения. Вышеописанные публикации характеризуются определенным временным интервалом получения информативных результатов, что связано с особенностями течения СОЛП. Существующие методы оценки гипоксемии, такие как расчет индекса оксигенации, часто применимы лишь при критических состояниях пациента, например, во время искусственной вентиляции легких или при выраженных лучевых изменениях в легких. Однако эти поздние диагностические критерии не решают ключевую проблему – необходимость раннего выявления гипоксемии для предотвращения прогрессирования патологии. Именно эту задачу и реализовывает предложенный в нашем исследовании метод, позволяющий диагностировать нарушения оксигенации на более ранних стадиях.

Выводы. Риск развития СОЛП и его неблагоприятного течения следует считать при количественном критерии по данным карт плотности легочной ткани более 26%. Сниженные денситометрические показатели внутренних органов (печени, головного мозга, почек) при поступлении и в динамическом наблюдении, количественный критерий СОЛП более 26% – неблагоприятное течение нозологических форм у пациентов реанимационного отделения. Наибольшей диагностической и прогностической значимостью обладает МСКТ ОГК (AUC ROC – 0,992, 95% ДИ – 0,890–0,995), причем дополнительное применение карт плотности увеличивает значимость метода при поступлении (AUC ROC – 0,995, 95% ДИ – 0,992–0,997) и динамическом наблюдении (AUC ROC – 0,997, 95% ДИ – 0,994–0,999).

Литература

1. *Власенко А.В., Мороз В.В.* Острый респираторный дистресс-синдром: современные подходы к диагностике и лечению // Общая реаниматология. 2020. Т. 16, № 1. С. 5–20. DOI: 10.20953/1813-2095-2020-1-5-20.

2. *Зильбер А.П.* Этюды критической медицины. 2-е изд. М.: МЕДпресс-информ, 2022. 586 с.

3. *Зиновьев А.В., Айсанов С.А., Цой А.Н.* Современные методы оценки функционального состояния легких у пациентов с острым респираторным дистресс-синдромом // Клиническая медицина. 2023. Т. 101, № 1. С. 45–52. DOI: 10.30629/0023-2165-2023-101-1-45-52.

4. Информативность индекса оксигенации при диагностике острого респираторного дистресс-синдрома / *А.В. Власенко, В.В. Мороз, В.Н. Яковлев, В.Г. Алексеев* // Общая реаниматология. 2009. Т. 5, № 5. С. 54–62.

5. *Карташов Д.А., Васильев А.Ю.* Современные подходы к лучевой диагностике острого респираторного дистресс-синдрома // Радиология – практика. 2022. № 3. С. 12–21.

6. *Кишкун А.А*. Диагностика неотложных состояний: руководство для специалистов клинико-диагностической лаборатории и врачей-клиницистов. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. 736 с.

7. Компьютерная томография легких как средство прогноза летального исхода у онкологических пациентов с пневмонией, обусловленной вирусом SARS-CoV-2 / *В.В. Паршин, Д.А. Лежнев, Э.Э. Бережная, А.В. Мишина* // Радиология – практика. 2022. № 5. С. 39–48.

8. *Молчанов И.В., Ярошецкий А.И.* Острый респираторный дистресс-синдром: современные аспекты патогенеза, диагностики и лечения // Анестезиология и реаниматология. 2020. № 6. С. 75–83. DOI: 10.17116/anesthesiology202006175.

9. Особенности лучевой диагностики острого респираторного дистресс-синдрома у пациентов с COVID-19 / *М.Е. Кузьмичев, В.В. Лаптев, М.В. Петрова и др.* // Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2021. Т. 18, № 2. С. 36–44. DOI: 10.21202/1991-5617-2021-2-36-44.

10. *Петрова М.В., Иванов А.А., Сидоров С.И.* Диагностика острого респираторного дистресс-синдрома: современные возможности // Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2022. Т. 19, № 3. С. 45–53. DOI: 10.21202/1991-5617-2022-3-45-53.

11. *Сафонов Д.В., Кузнецов А.С., Николаева Е.В.* Оценка легочной гемодинамики с помощью компьютерной томографии у пациентов с острым респираторным дистресс-синдромом // Вестник рентгенологии и радиологии. 2022. Т. 103, № 1. С. 28–35. DOI: 10.24835/1607-0763-2022-1-28-35.

12. Современные подходы к диагностике и лечению острого респираторного дистресс-синдрома / *И.А. Козлов, И.Ю. Панина, А.В. Беляев, А.И. Козлов* // Медицинский совет. 2020. № 18. С. 18–25. DOI: 10.21518/2079-7763-2020-18-18-25.

13. *Сперанская А.А.* Роль искусственного интеллекта в оценке прогрессирующих фиброзирующих болезней легких // Терапевтический архив. 2022. Т. 94, № 3. С. 409–412. DOI: 10.26442/00-403660.2022.03.201407.

14. *Царева Н.А., Авдеев С.Н.* Острый респираторный дистресс-синдром: современная концепция // Пульмонология. 2021. Т. 31, № 6. С. 764–774. DOI: 10.18093/0869-0189-2021-31-6-764-774.

15. *Яковлев С.В., Иванов А.В., Грачев П.Р.* Диагностическая ценность биомаркеров в раннем выявлении острого респираторного дистресс-синдрома // Клиническая лабораторная диагностика. 2022. Т. 67, № 11. С. 665–671. DOI: 10.47410/0869-2084-2022-665-671.

16. *Bitker L., Talmor D., Richard J.C.* Imaging the acute respiratory distress syndrome: past, present and future. *Intensive Care Med*, 2022, vol. 48(8), pp. 995–1008. DOI: 10.1007/s00134-022-06809-8.

17. *Bos L.D., Ware L.B., Corcoran T.E.* The changing landscape of acute respiratory distress syndrome: new insights and future directions. The Lancet Respiratory Medicine, 2021, vol. 9(10), pp. 1161–1174. DOI: 10.1016/S2213-2600(21)00155-2.

18. *Burns K.H., Simpson M.T., Kelly L.D.* Artificial Intelligence in the Diagnosis of Acute Respiratory Distress Syndrome. *Respiratory Care*, 2023, vol. 68(1), pp. 78–86. DOI: 10.4187/respcare.10234.

19. *Fan E., Del Sorbo L., Goligher E.C. et al.* An Official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine Clinical Practice Guideline: Mechanical Ventilation in Adults with Acute Respiratory Distress Syndrome. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2021, vol. 203(6), pp. 74–91. DOI: 10.1164/rccm.202102-0502ST.

20. *Koenig S., Narasimhan J., Mayo J.* Point-of-Care Ultrasound for Acute Respiratory Distress Syndrome. *Chest*, 2020, vol. 158(6), pp. 2651–2663.

21. *Li L., Wang J., Zhang Y.* Advanced Imaging Techniques for the Diagnosis of Acute Respiratory Distress Syndrome. *Journal of Thoracic Imaging*, 2023, vol. 38(1), pp. 56–64. DOI: 10.1097/RTI.0000000000000728.

22. *Matthay M.A., Thompson B.T., Read E.J. et al.* Acute respiratory distress syndrome: underlying biology and new clinical approaches. *The Lancet Respiratory Medicine*, 2020, vol. 8(5), pp. 518–528. DOI: 10.1016/S2213-2600(20)30119-X.

23. *Prokop S., Wichmann W.* Radiological findings in COVID-19-associated acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Medicine*, 2020, vol. 46(6), pp. 1149–1158. DOI: 10.1007/s00134-020-06072-8.

24. *Suzuki K., Yamada Y., Tanaka T.* Advanced techniques in lung imaging for acute respiratory distress syndrome. *European Radiology*, 2023, vol. 33(4), pp. 2789–2801. DOI: 10.1007/s00330-022-09254-5.

25. *Volpicelli A., Soldati G., Copetti M.* The Role of Lung Ultrasound in the Early Diagnosis of Acute Respiratory Distress Syndrome. *Critical Care Medicine*, 2021, vol. 49(8), pp. 1327–1336. DOI: 10.1097/CCM.0000000000004987.

26. *Wild J.F., Prisk A., West J.B.* Functional MRI of the lung in acute respiratory distress syndrome. *Journal of Applied Physiology*, 2023, vol. 134(1), pp. 123–132. DOI: 10.1152/japplphysiol.00624.2022.

27. *Yang K.J., Wang C.H., Huang Y.C. et al.* Clinical experience of whole-body computed tomography as the initial evaluation tool after extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in patients of out-of-hospital cardiac arrest. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2020, vol. 28(1), p. 54. DOI: 10.1186/s13049-020-00746-5.

БОРМЫШЕВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ – аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО, Смоленский государственный медицинский университет, Россия, Смоленск (aleksei-bormyshev@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0009-0008-5934-1332).

МОРОЗОВА ТАТЬЯНА ГЕННАДЬЕВНА – доктор медицинских наук, заведующая кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО, Смоленский государственный медицинский университет, Россия, Смоленск (t.g.morozova@yandex.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4983-5300).

Aleksey V. BORMYSHEV, Tatiana G. MOROZOVA

THE ROLE OF CRITERIA FOR EARLY DIAGNOSIS AND PROGRESSION OF ACUTE PULMONARY INJURY SYNDROME IN INTENSIVE CARE UNIT PATIENTS ACCORDING TO MULTISPIRAL COMPUTED TOMOGRAPHY

Key words: *computed tomography, acute pulmonary injury syndrome, prognosis, pulmonary tissue density maps, quantitative indicator.*

In modern medical practice, multispiral computed tomography is the most informative and preferred method of diagnosing acute respiratory distress syndrome in adult patients.
The ***purpose of the study*** *is to determine the role of criteria for early diagnosis and progression of acute pulmonary injury syndrome in intensive care unit patients according to multispiral computed tomography.*

Materials and methods of the study. *83 patients who were admitted to the intensive care unit of the Regional State Funded Healthcare Facility «Clinical Hospital № 1» (Smolensk) were examined; 63 patients (93.1%) remained under follow-up for two and a half years. All patients from the main group underwent multispiral computed tomography of the chest organs with additional analysis of pulmonary tissue density. According to computed tomography data, densitometric indicators of possible damage to life support systems were also evaluated: the liver, the brain, kidneys. 39 patients in the main group underwent chest X-ray examination. The values of laboratory parameters of all patients were analyzed: partial pressure of carbon dioxide in the arterial blood, oxygenation index.*

Research results. *In 61 patients (73.5%) with an acute pulmonary injury syndrome index of less than 26% and normal laboratory and radiation criteria, the stay in the intensive care unit ranged from 3 to 5 days, followed by transfer to an in-patient department, and the rehabilitation period reached 3 months. In case of decreased densitometric parameters of internal organs upon admission and in dynamic follow–up, the reverse dynamics was noted in 22 (26.5%), the quantitative criterion of acute pulmonary injury syndrome was more than 26%, the number of inpatient days was from 7 to 11 days, their rehabilitation process lasted more than 6-9 months, in 7 (31.8%) of them there was fatal outcome. Timely adjusted therapeutic and diagnostic measures in 15 patients (68.2%) contributed to the improvement of the clinical and laboratory presentation.*

Conclusions. *The risk of developing acute pulmonary injury syndrome and its unfavorable course should be considered with a quantitative criterion according to pulmonary tissue density maps of more than 26%. Decreased densitometric parameters of internal organs (the liver, the brain, kidneys) upon admission and under dynamic follow-up, the quantitative criterion of acute pulmonary injury syndrome of more than 26% indicate an unfavorable course of nosological forms in patients of the intensive care unit. Multispiral computed tomography of the chest organs has the greatest diagnostic and prognostic significance (AUC ROC – 0.992, 95% CI – 0.890–0.995), along with this additional use of density maps increases the significance of the method upon admission (AUC ROC – 0.995, 95% CI – 0.992–0.997) and dynamic follow-up (AUC ROC – 0.997, 95% CI – 0.994–0.999).*

References

1. Vlasenko A.V., Moroz V.V. *Ostryi respiratornyi distress-sindrom: sovremennye podkhody k diagnostike i lecheniyu* [Acute respiratory distress syndrome: current approaches to diagnosis and treatment]. *Obshchaya reanimatologiya*, 2020, vol. 16, no 1, pp. 5–20. DOI: 10.20953/1813-2095-2020-1-5-20.

2. Zil'ber A.P. *Etyudy kriticheskoi meditsiny. 2-e izd.* [Etudes of critical medicine. 2nd ed.]. Moscow, MEDpress-inform Publ., 2022, 586 p.

3. Zinov'ev A.V., Aisanov S.A., Tsoi A.N. *Sovremennye metody otsenki funktsional'nogo sostoyaniya legkikh u patsientov s ostrym respiratornym distress-sindromom* [Modern methods for assessing the functional state of the lungs in patients with acute respiratory distress syndrome]. *Klinicheskaya meditsina*, 2023, vol. 101, no. 1, pp. 45–52. DOI: 10.30629/0023-2165-2023-101-1-45-52.

4. Vlasenko A.V., Moroz V.V., Yakovlev V.N., Alekseev V.G. *Informativnost' indeksa oksigenatsii pri diagnostike ostrogo respiratornogo distress-sindroma* [In formational content of the oxygenation index in the diagnosis of acute respiratory distress syndrome]. *Obshchaya reanimatologiya*, 2009, vol. 5, no 5, pp. 54–62.

5. Kartashov D.A., Vasil'ev A.Yu. *Sovremennye podkhody k luchevoi diagnostike ostrogo respiretornogo distress-sindroma* [Modern approaches to radiological diagnosis of acute respiratory distress syndrome]. *Radiologiya – praktika*, 2022, no. 3, pp. 12–21.

6. Kishkun A.A. *Diagnostika neotlozhnykh sostoyanii: rukovodstvo dlya spetsialistov kliniko-diagnosticheskoi laboratorii i vrachei-klinitsistov* [Diagnosis of emergency conditions: a guide for specialists of the clinical diagnostic laboratory and clinicians]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2019, 736 p.

7. Parshin V.V., Lezhnev D.A., Berezhnaya E.E., Mishina A.V. *Komp'yuternaya tomografiya legkikh kak sredstvo prognoza letal'nogo iskhoda u onkologicheskikh patsientov s pnevmoniei, obuslovlennoi virusom SARS-CoV-2* [Computed tomography of the lungs as a means of predicting lethal outcome in cancer patients with pneumonia caused by the SARS-CoV-2 virus]. *Radiologiya – praktika*, 2022, no. 5, pp. 39–48.

8. Molchanov I.V., Yaroshetskii A.I. *Ostryi respiratornyi distress-sindrom: sovremennye aspekty patogeneza, diagnostiki i lecheniya* [Acute respiratory distress syndrome: modern aspects of pathogenesis, diagnosis and treatment]. *Anesteziologiya i reanimatologiya*, 2020, no. 6, pp. 75–83. DOI: 10.17116/-anesthesiology202006175.

9. Kuz'michev M.E., Laptev V.V., Petrova M.V. et al. *Osobennosti luchevoi diagnostiki ostrogo respiratornogo distress-sindroma u patsientov s COVID-19* [Features of radiological diagnosis of acute respiratory distress syndrome in patients with COVID-19]. *Vestnik anesteziologii i reanimatologii*, 2021, vol. 18, no. 2, pp. 36–44. DOI: 10.21202/1991-5617-2021-2-36-44.

10. Petrova M.V., Ivanov A.A., Sidorov S.I. *Diagnostika ostrogo respiratornogo distress-sindroma: sovremennye vozmozhnosti* [Diagnosis of acute respiratory distress syndrome: modern possibilities]. *Vestnik anesteziologii i reanimatologii*, 2022, vol. 19, no. 3, pp. 45–53. DOI: 10.21202/1991-5617-2022-3-45-53.

11. Safonov D.V., Kuznetsov A.S., Nikolaeva E.V. *Otsenka legochnoi gemodinamiki s pomoshch'yu komp'yuternoi tomografii u patsientov s ostrym respiratornym distress-sindromom* [Evaluation of pulmonary

hemodynamics using computed tomography in patients with acute respiratory distress syndrome]. *Vestnik rentgenologii i radiologii*, 2022, vol. 103, no 1, pp. 28–35. DOI: 10.24835/1607-0763-2022-1-28-35.

12. Kozlov I.A., Panina I.Yu., Belyaev A.V., Kozlov A.I. *Sovremennye podkhody k diagnostike I lecheniyu ostrogo respiratornogo distress-sindroma* [Modern approaches to the diagnosis and treatment of acute respiratory distress syndrome]. *Meditsinskii sovet*, 2020, no. 18, pp. 18–25. DOI: 10.21518/2079-7763-2020-18-18-25.

13. Speranskaya A.A. *Rol' iskusstvennogo intellekta v otsenke progressiruyushchikh fib-roziruyushchikh boleznei legkikh* [The role of artificial intelligence in the assessment of progressive fibrosing lung diseases]. *Terapevticheskii arkhiv*, 2022, vol. 94, no. 3, pp. 409–412. DOI: 10.26442/00403660.2022.03.201407.

14. Tsareva N.A., Avdeev S.N. *Ostryi respiratornyi distress-sindrom: sovremennaya kontseptsiya* [Acute respiratory distress syndrome: modern concept]. *Pul'monologiya*, 2021, vol. 31, no. 6, pp. 764–774. DOI: 10.18093/0869-0189-2021-31-6-764-774.

15. Yakovlev S.V., Ivanov A.V., Grachev P.R. *Diagnosticheskaya tsennost' biomarkerov v ranne mvyyavlenii ostrogo respiratornogo distress-sindroma* [Diagnostic value of biomarkers in the early detection of acute respiratory distress syndrome]. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika* [Clinical Laboratory Diagnostics], 2022, vol. 67, no. 11, pp. 665–671. DOI: 10.47410/0869-2084-2022-665-671.

16. Bitker L., Talmor D., Richard J.C. Imaging the acute respiratory distress syndrome: past, present and future. *Intensive Care Med*, 2022, vol. 48(8), pp. 995–1008. DOI: 10.1007/s00134-022-06809-8.

17. Bos L.D., Ware L.B., Corcoran T.E. The changing landscape of acute respiratory distress syndrome: new insights and future directions. *The Lancet Respiratory Medicine*, 2021, vol. 9(10), pp. 1161–1174. DOI: 10.1016/S2213-2600(21)00155-2.

18. Burns K.H., Simpson M.T., Kelly L.D. Artificial Intelligence in the Diagnosis of Acute Respiratory Distress Syndrome. *Respiratory Care*, 2023, vol. 68(1), pp. 78–86. DOI: 10.4187/respcare.10234.

19. Fan E., Del Sorbo L., Goligher E.C. et al. An Official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine Clinical Practice Guideline: Mechanical Ventilation in Adults with Acute Respiratory Distress Syndrome. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2021, vol. 203(6), pp. 74–91. DOI: 10.1164/rccm.202102-0502ST.

20. Koenig S., Narasimhan J., Mayo J. Point-of-Care Ultrasound for Acute Respiratory Distress Syndrome. *Chest*, 2020, vol. 158(6), pp. 2651–2663.

21. Li L., Wang J., Zhang Y. Advanced Imaging Techniques for the Diagnosis of Acute Respiratory Distress Syndrome. *Journal of Thoracic Imaging*, 2023, vol. 38(1), pp. 56–64. DOI: 10.1097/-RTI.0000000000000728.

22. Matthay M.A., Thompson B.T., Read E.J., Calfee C.S. Acute respiratory distress syndrome: underlying biology and new clinical approaches. *The Lancet Respiratory Medicine*, 2020, vol. 8(5), pp. 518–528. DOI: 10.1016/S2213-2600(20)30119-X.

23. Prokop S., Wichmann W. Radiological findings in COVID-19-associated acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Medicine*, 2020, vol. 46(6), pp. 1149–1158. DOI: 10.1007/s00134-020-06072-8.

24. Suzuki K., Yamada Y., Tanaka T. Advanced techniques in lung imaging for acute respiratory distress syndrome. *European Radiology*, 2023, vol. 33(4), pp. 2789–2801. DOI: 10.1007/s00330-022-09254-5.

25. Volpicelli A., Soldati G., Copetti M. The Role of Lung Ultrasound in the Early Diagnosis of Acute Respiratory Distress Syndrome. *Critical Care Medicine*, 2021, vol. 49(8), pp. 1327–1336. DOI: 10.1097/-CCM.0000000000004987.

26. Wild J. F., Prisk A., West J. B. Functional MRI of the lung in acute respiratory distress syndrome. J*ournal of Applied Physiology*, 2023, vol. 134(1), pp. 123–132. DOI: 10.1152/japplphysiol.00624.2022.

27. Yang K.J., Wang C.H., Huang Y.C. et al. Clinical experience of whole-body computed tomography as the initial evaluation tool after extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in patients of out-of-hospital cardiac arrest. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2020, vol. 28(1), p. 54. DOI: 10.1186/s13049-020-00746-5.

ALEKSEY V. BORMYSHEV – Post-Graduate Student, Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy with a course of Additional Professional Education, Smolensk State Medical University, Russia, Smolensk (aleksei-bormyshev@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0009-0008-5934-1332).

TATIANA G. MOROZOVA – Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy with a course of Additional Professional Education, Smolensk State Medical University, Russia, Smolensk (t.g.morozova@yandex.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4983-5300).

Формат цитирования: *Бормышев А.В., Морозова Т.Г.* Роль критериев ранней диагностики и прогрессирования синдрома острого легочного повреждения у пациентов реанимационного отделения по данным мультиспиральной компьютерной томографии [Электронный ресурс] // Acta medica Eurasica. 2025. № 2. С. 1–13. URL: http://acta-medica-eurasica.ru/single/2025/2/1. DOI: 10.47026/2413-4864-2025-2-1-13.