

Получена: 6 ноября 2023/ Принята: 17 ноября 2023/ Опубликовано online: 28 декабря 2023

УДК 616.24-002-07/-073.756.8

DOI: [10.26212/2227-1937.2023.69.27.011](https://doi.org/10.26212/2227-1937.2023.69.27.011)

С.Ж. Ашимбеков, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0404-5471>

Ж.Ж. Жолдыбай, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0553-9016>

Ж.К. Жакенова, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6764-6821>

Е.В. Филиппенко, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7153-3002>

А.С.Айнакулова, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1773-5145>

Ш.И. Маратова, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8560-8212>

А.А.Мухай, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6471-6561>

Е.Б. Игенбаев, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7370-3757>

Казахский Национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ОСЛОЖНЕНИЙ COVID-19 АССОЦИИРОВАННОЙ ПНЕВМОНИИ

Резюме: В данной статье проанализированы данные компьютерной томографии органов грудной клетки 150 пациентов с тяжелым течением COVID-19 пневмонии и положительным результатом ПЦР на вирус SARS-CoV-2.

При анализе результатов КТ исследований органов грудной клетки в 61,3% случаях выявлены патологические состояния, характерные для осложнений COVID-19 ассоциированной пневмонии. Наиболее частыми осложнениями явились острый респираторный дистресс-синдром (41,3%), микротромбоземболия и тромбоземболия легочной артерии и ее ветвей (21,7%), кардиогенный отек легких (18,5%).

Компьютерная томография является методом выбора для визуализации как характерных симптомов, так и осложнений пневмонии, вызываемой SARS-CoV-2.

Ключевые слова: компьютерная томография, осложнения COVID-19 ассоциированной пневмонии

С.Ж. Әшімбеков, Ж.Ж. Жолдыбай, Ж.К. Жакенова, Е.В. Филиппенко, А.С.Айнакулова, Ш.И. Маратова, А.А.Мухай, Е.Б. Игенбаев

С. Д. Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық медицина университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы

COVID-19 АССОЦИАЛАНҒАН ПНЕВМОНИЯНЫҢ АСҚЫНЫСЫНЫҢ ДИАГНОСТИКАСЫНДАҒЫ КОМПЬЮТЕРЛІК ТОМОГРАФИЯ

Түйін: Бұл мақалада ауыр COVID-19 пневмониясы және SARS-CoV-2 вирусы үшін оң ПТР нәтижесі бар 150 пациенттің кеуде қуысының компьютерлік томографиясы деректері талданды. Кеуде қуысы мүшелерінің КТ нәтижелерін талдау кезінде 61,3% жағдайда COVID-19 пневмонияның асқынуларына тән патологиялық жағдайлар анықталды. Ең жиі кездесетін асқынулар жедел респираторлық дистресс синдромы (41,3%), өкпе артериясы мен оның тармақтарының микротромбоземболиясы және тромбоземболиясы (21,7%), өкпенің кардиогенді ісінуі (18,5%) болды. Компьютерлік томография SARS-CoV-2 тудырған пневмонияның тән белгілерін де, асқынуларын да бейнелеудің таңдау әдісі болып табылады.

Түйінді сөздер: компьютерлік томография, COVID-19 пневмонияның асқынулары

S.Zh. Ashimbekov, Zh.Zh. Zholdybay, Zh.K. Zhakenova, Ye.V. Filippenko, A.S. Ainakulova, Sh.I. Maratova, AA.Mukhay, E.B. Igenbayev *Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

COMPUTED TOMOGRAPHY IN DIAGNOSTICS COMPLICATIONS OF COVID-19 ASSOCIATED PNEUMONIA

Abstract: This article analyzed chest computed tomography data from 150 patients with severe COVID-19 pneumonia and a positive PCR result for the SARS-CoV-2 virus. When analyzing the results of CT scans of the chest organs, pathological conditions characteristic of complications of COVID-19 associated pneumonia were identified in 61.3% of cases. The most common complications were acute respiratory distress syndrome (41.3%), microthromboembolism and thromboembolism of the pulmonary artery and its branches (21.7%), cardiogenic pulmonary edema (18.5%). Computed tomography is the method of choice for imaging both the characteristic symptoms and complications of pneumonia caused by SARS-CoV-2.

Key words: computed tomography, complications of COVID-19 associated pneumonia

Введение: Компьютерная томография (КТ) является методом выбора для визуализации изменений в легких при тяжелых формах COVID-19-ассоциированной пневмонии. Исследования

продemonстрировали высокую информативность КТ органов грудной клетки в диагностике пневмонии, вызываемой SARS-CoV-2 [1-9].

КТ информативна в выявлении как характерных симптомов, так и осложнений данного заболевания. Наиболее частыми осложнениями COVID-19-пневмонии являются острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС), микротромбоэмболия и тромбоэмболия легочной артерии и ее ветвей (ТЭЛА), кардиогенный отек легких, пневмоторакс, пневмомедиастинум и эмфизема мягких тканей грудной клетки, абсцедирующая пневмония, эмпиема плевры, организуемая пневмония и другие [10-18]. **Целью** нашего исследования является изучение КТ-семиотики патологических состояний органов грудной клетки, возникающих как осложнения COVID-19-пневмонии.

Материалы и методы исследования: Изучены данные компьютерной томографии органов грудной клетки 150 пациентов с тяжелым течением COVID-19-пневмонии, находившихся на стационарном лечении в медицинских организациях г. Алматы с 01.08.2020 г. по 30.12.2021 г.

Критериями включения в исследование являлись возраст пациентов старше 18 лет; положительный результат ПЦР на вирус SARS-CoV-2; наличие на КТ-срезах осложнений COVID-19-пневмонии; критерии исключения из данного исследования – пациенты без результатов ПЦР; отрицательный результат ПЦР; пациенты с положительным результатом других лабораторных тестов на другую вирусную или бактериальную инфекцию.

Компьютерная томография проводилась всем пациентам в соответствии со стандартным

протоколом исследования органов грудной клетки, толщиной среза менее 1,25 мм (в диапазоне от 0,625 до 1,25 мм). Исследование выполнялось пациентам в положении лежа на спине при задержке дыхания в фазу вдоха.

Данное исследование проведено в рамках внутривузовского гранта и одобрено этическим комитетом Казахского Национального медицинского университета им. С.Д. Асфендиярова.

Результаты: При анализе результатов КТ исследований органов грудной клетки 150 пациентов с тяжелым течением COVID-19-пневмонии в 92 (61,3%) случаях выявлены патологические состояния, характерные для осложнений ковид-ассоциированной пневмонии.

В исследуемой группе среди 92 (100%) пациентов мужчины составили 53,0%, женщины - 47,0%, средний возраст – 67,0 лет.

Анализ результатов КТ органов грудной клетки 92 пациентов с COVID-19-пневмонией выявил такие осложнения как прогрессирующее диффузное альвеолярное повреждение легких, проявляющееся клинической картиной ОРДС - 38/92 (41,3%), ТЭЛА – 20/92 (21,7%), кардиогенный отек легких – 17/92 (18,5%), организуемая пневмония (ОП) – 8/92 (8,7%), пневмомедиастинум, пневмоторакс, эмфизема тканей грудной клетки (ППЭ) – 7/92 (7,6%), деструктивная пневмония (ДП) – 1/92 (1,1%), эмпиема плевры – 1/92 (1,1%). Распределение осложнений COVID-19-пневмонии, представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Распределение осложнений COVID-19-пневмонии

Нами изучены КТ-симптомы патологических состояний, характерных для осложнений COVID-19-пневмонии (таблица 1).

Как видно из таблицы 1, на КТ органов грудной клетки диффузное альвеолярное повреждение, или ОРДС, характеризовалось двусторонней (89,5%), диффузной (78,9%) консолидацией легочной ткани, неправильной формы (89,5%), с нечеткими

контурами (89,5%), неоднородной структуры за счет просветов бронхов (89,5%), доходящая до периферии и сливающаяся с грудной стенкой (89,5%), сопровождающаяся изменениями легочного рисунка в виде утолщения междольковых перегородок (81,6%), наличием градиента уплотнения легочной ткани (55,3%), высоким стоянием купола диафрагмы, которое нарастало в динамике (94,7%).

Таблица 1 - Частота встречаемости КТ-симптомов при патологических состояниях, характерных для осложнений COVID-19- пневмонии

КТ-симптомы \ Осложнения пневмонии	ОРДС	ТЭЛА	Отек легких	ОП	ППЭ	ДП	Эмпиема плевры
	n=38 n-%	n=20 n-%	n=17 n-%	n=8 n-%	n=7 n-%	n=1 n-%	n=1 n-%
«матовое стекло»	4-10,5	2-10,0	6-35,3	3-37,5	-	-	-
консолидация, в том числе	34-89,5	4-20,0	12-70,6	5-62,5		1-100	-
-диффузная	30-78,9	-	11-64,7	-		-	
-локальная	4-10,5	4-20,0	1-5,9	1-12,5		1-100	
-перилобулярная	-	-	-	4-50,0		-	
-субплевральная	-	6-30,0	-	-		1-100	
-доходит до периферии	34-89,5	-	1-5,9	-		-	
-не доходит до периферии	4-10,5	-	11-64,7	-		-	
-линейной формы	-	-	-	4-50,0		-	
-треугольной формы	-	4-20,0	-	-		-	
-неправильной формы	34-89,5	2-10,0	12-70,6	1-12,5		1-100	
-с четкими контурами	-	4-20,0	-	5-62,5		-	
-с нечеткими контурами	34-89,5	2-10,0	12-70,6	-		1-100	
-однородной структуры		4-20,0	2-11,8	4-50,5		-	
-неоднородной структуры	34-89,5	2-10,0	10-58,8	1-12,5		1-100	
--за счет просветов бронхов	34-89,5	2-10,0	10-58,8	1-12,5		-	
--за счет полости распада	-	-	-	-		1-100	
изменения легочного рисунка, в том числе	31-81,6	20-100	16-94,1	8-100	-	1-100	-
-нечеткость элементов	15-39,5	-	16-94,1	-			
-утолщение меж-дольковых перегородок	31-81,6	-	16-94,1	-			
-ретикулярные изменения	-	-	-	8-100			
-нарушение архитектоники	-	-	-	8-100			
-локально расширенный сосуд	-	20-100	-	-			
-обрыв сосуда, дефект наполнения контраста	-	20-100	-	-			
симптом «воздушной бронхограммы»	7-18,4	-	11-64,7	-	-	-	-
градиент уплотнения легочной паренхимы	21-55,3	9-45	17-100	-	3-42,9	-	-
вздутие базальных сегментов	2-5,3	-	16-94,1	-	1-14,3	-	-
изменения плевры	12-31,6	1-5,0	12-70,6	-	-	1-100	1-100
плевральный выпот, в том числе	12-31,6	1-5,0	12-70,6			-	1-100
-односторонний	1-2,6	-	-			-	1-100
-двусторонний	11-29,0	1-5,0	12-70,6			-	-
-в большом количестве	-	-	-			-	1-100
-в небольшом количестве	12-31,6	1-5,0	12-70,6			-	-
-однородного характера	12-31,6	1-5,0	12-70,6			-	-
-неоднородного характера	-	-	-			-	1-100
симптом просветления	-	-	-			1-100	1-100
нарастание высокого расположения купола диафрагмы в динамике	36-94,7	-	1-5,9	-	-	-	-
уменьшение объема участка легкого	-	-	-	8-100	-	-	-
распространенность процесса							
-односторонняя	-	20-100	-	6-75,0	3-42,9	1-100	1-100
-двусторонняя	38-100	-	17-100	2-25,0	4-57,1	-	-

ТЭЛА имела характерные признаки на КТ-ангиограммах в виде локально расширенного сосуда (100%), обрыва сосуда и дефекта наполнения контраста в просвете сосуда (100%). При наличии инфарктной пневмонии характерной картиной был субплевральный локальный участок уплотнения легочной ткани (30%) по типу консолидации (20%), треугольной формы (20%), с четкими контурами (20%), однородной структуры (20%).

Отек легких наиболее часто характеризовался диффузной консолидацией (64,7%), не доходящей до периферии (64,7%), неправильной формы (70,6%), с нечеткими контурами (70,6%), неоднородной структуры за счет просветов бронхов (58,8%), сопровождающаяся изменениями легочного рисунка в виде утолщения междольковых перегородок (94,1%) с потерей четкости элементов легочного рисунка (94,1%), симптомом «воздушной бронхограммы» (64,7%), наличием градиента уплотнения легочной ткани (100%) и вздутием базальных сегментов (94,1%), сопутствующим двусторонним плевральным выпотом в небольшом количестве (70,6%).

КТ-паттернами ОП являются участки уплотнения легочной ткани по типу консолидации (62,5%), за счет перилобулярной инфильтрации (50%), линейной формы (62,5%), с четкими контурами (50,0%), однородной структуры (50%) на фоне измененного легочного рисунка (100%) по типу ретикулярных изменений (100%) и нарушения его архитектоники (100%).

Для пневмоторакса, пневмомедиастинума, подкожной эмфиземы характерным был симптом просветления (100%), двусторонний процесс (57,1%). Деструктивная пневмония и эмпиема плевры были редкими осложнениями COVID-19 пневмонии и составили по 1 (1,1%) случаю, которые характеризовались в наших наблюдениях односторонностью поражения (100%), наличием полости деструкции в легком (100%) при абсцедировании или симптомом просветления на фоне плеврального выпота (100%) при эмпиеме.

ОРДС и кардиогенный отек легких имеют схожую радиологическую картину, поэтому мы провели сравнительный анализ КТ-симптомов при этих патологических процессах (таблица 2).

Таблица 2 - Сравнительная характеристика КТ-симптомов ОРДС и отека легких

КТ-симптомы	ОРДС (n=38) n-%	Отек легких (n=17) n-%	χ^2 p
консолидация	34-89,5	12-70,6	$\chi^2=3,061$ p=0,081
изменения легочного рисунка	31-81,6	16-94,1	1,486 p=0,223
симптом «воздушной бронхограммы»	7-18,4	11-64,7	11,429 p<0,001
градиент уплотнения легочной паренхимы	21-55,3	17-100	11,008 p<0,001
вздутие базальных сегментов	2-5,3	16-94,1	42,119 p<0,001
плевральный выпот	12-31,6	12-70,6	7,256 p=0,008
нарастание высокого расположения купола диафрагмы в динамике	36-94,7	1-5,9	42,119 p<0,001
двусторонняя распространенность процесса	38-100	17-100	p=1,0

Как видно из таблицы 2, значимыми признаками в дифференциальной диагностике ОРДС и отека легких были симптом «воздушной бронхограммы», ($p<0.001$), градиент уплотнения легочной паренхимы ($p<0.001$), наличие плеврального выпота ($p=0.008$), нарастание высокого расположения купола диафрагмы в динамике ($p<0.001$).

Обсуждение: При COVID-19 пневмонии ОРДС характеризуется острым началом, развитием отека легких, гипоксемией и необходимостью в искусственной вентиляции легких. Гистологически ОРДС характеризуется диффузным альвеолярным

повреждением [7,19,20]. Радиологическая картина изменений в легких при ОРДС всегда соотносится с клинической картиной и ОРДС является клиническим определением, при котором обычно визуализируются изменения в легких на рентгенограммах или КТ. ОРДС был наиболее частым осложнением в нашем исследовании, составив 41,3% всех осложнений COVID-19-пневмонии.

Подозрение на ТЭЛА является абсолютным показанием к проведению КТ-ангиографии. По данным литературы, частота ТЭЛА составляет 13%, а в отделениях интенсивной терапии до 19% у

пациентов с COVID-19-пневмонией [14]. Эти данные коррелируют с нашими результатами, где ТЭЛА составляет 21%.

Кардиогенный отек легких является еще одним осложнением течения COVID-19. Обычно его развитие может быть связано как с прямым цитотоксическим действием вируса на миокард и эндотелий сосудов, так и нарастанием симптомов хронической сердечной недостаточности [16,17,18]. У приблизительно одной четверти пациентов с COVID-19 развивается острое поражение миокарда [18], которое, как правило, сопровождается изменениями в легких в виде отека легких. В нашем исследовании отек легких составил 18,5% среди всех осложнений COVID-19-пневмонии.

Эволюция рентгенологической картины SARS-CoV-2-вирусного поражения легких может приводить к развитию организуемой пневмонии, которая, по данным авторов, возникает приблизительно в 10% случаев; в нашем исследовании организуемая пневмония составила 8,7% среди всех осложненных течений COVID-19-пневмонии [19].

Баротравма – вызванное повышенным давлением в дистальных отделах дыхательных путей и альвеолах повреждение и разрыв легочной ткани с последующим поступлением альвеолярного газа в ткань легкого, средостение, подкожно-жировую клетчатку. Баротравма при COVID-19 пневмонии наблюдается при остром респираторном дистресс-синдроме, является осложнением диффузного альвеолярного повреждения [7]. В нашем исследовании пневмоторакс, пневмомедиастинум и эмфизема мягких тканей грудной клетки при COVID-19-пневмонии была нередким осложнением, составив 7,6%.

В литературе деструктивная пневмония и эмпиема плевры как осложнения COVID-19-пневмонии представлены в виде единичных клинических случаев [13]. В нашем исследовании эти патологии также встречались редко, составив по 1,1% каждый. Необходимо отметить, что КТ-картину осложнений, возникающие на фоне COVID-19-пневмонии, рекомендуется соотносить с клинико-лабораторными данными.

Заключение:

Осложнениями COVID-19-пневмонии являются острый респираторный дистресс-синдром, тромбоэмболия легочной артерии, кардиогенный отек легких, пневмоторакс, пневмомедиастинум и эмфизема мягких тканей грудной клетки, деструктивная пневмония, эмпиема плевры, организуемая пневмония, которые имеют определенную КТ-семиотику изменений в легких. КТ является объективным методом визуализации осложнений COVID-19-пневмонии в сопоставлении с клиническими данными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Adams H., T.C. Kwee, D. Yakar, M.D. Hope, R.M. Kwee. Systematic Review and Meta-Analysis on the Value of Chest CT in the Diagnosis of Coronavirus Disease (COVID-19): *Sol Scientiae, Illustra Nos, AJR* 2020; 215:1342–1350

2 M.M. Hammer. Real-World Diagnostic Performance of RSNA Consensus Reporting Guidelines for Findings Related to COVID-19 on Chest CT. *AJR* 2022; 218:75–76

3 Fang Y, Zhang H, Xie J, et al. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR. *Radiology*. 2020;296(2):E115-E117.

4 Клинический протокол диагностики и лечения коронавирусная инфекция COVID-19, одобренный Объединенной комиссией по качеству медицинских услуг МЗ РК. – 2020. – 51 стр.

5 Использование методов визуализации органов грудной клетки при COVID-19. // Краткое руководство. Всемирная организация здравоохранения. – 2020. – 56 стр.

6 С.Ж. Эшимбеков, Ж.Ж. Жолдыбай, Г.С. Ахметова, Ж.К. Жакенова, О.В. Исайко, С.А. Сарсембаева, А.С. Панина, Д.К. Толешбаев, А.С. Айнакулова, М.О. Габдуллина Лучевая диагностика пневмонии, ассоциированной с COVID-19 Обзор Вестник КазНМУ, №2, 2020 г. – Стр. 144-148.

7 Жолдыбай Ж.Ж., Загуровская М.А., Жакенова Ж.К., Дуйсенова А.К., Толешбаев Д.К., Филиппенко Е.В., Эшимбеков С.Ж. Лучевая диагностика COVID-19 ассоциированной пневмонии (Методические рекомендации). – 2021. – 42 стр.

8 Жолдыбай Ж.Ж., Жакенова Ж.К., Ашимбеков С.Ж., Филиппенко Е.В., Аманкулова Ж.Б., Клушкужиева А.М., Тусупова А.У. Компьютерно-томографическая картина легких у пациентов с COVID-19 ассоциированной пневмонией с сопутствующими заболеваниями. //Вестник Южно-Казахстанской медицинской академии. - №2 (96), 2022 - Стр.64.

9 С.Ж. Эшимбеков, Ж.Ж. Жолдыбай, Ж.К. Жакенова, Е.В. Филиппенко, А.С. Айнакулова, А.К. Абдрахманова. Компьютерная томография в диагностике COVID-19 ассоциированной пневмонии. //Фармация Казахстана, №2 апрель 2023 – Стр.15.

10 Aileen O'Shea, Anushri Parakh, Sandeep Hedgire, Susanna I. Lee. Multisystem Assessment of the Imaging Manifestations of Coagulopathy in Hospitalized Patients With Coronavirus Disease (COVID-19). *AJR* 2021; 216:1088–1098

11 Абдурахимов А.Х., Хегай Л.Н., Юсупова Ш.К. COVID-19 и его осложнения. *RHJ* №4-2021, с. 61-74

12 Котляров П.М. и др. Мультиспиральная компьютерная томография в ранней диагностике пневмонии, вызванной SARS-CoV-2. *Пульмонология*, 2020; 30 (5): 561–568

13 О патогенезе деструктивной пневмонии в период COVID-19: клиническое наблюдение О.В.Зайцева, Е.М.Толстова, Д.В.Хаспеков, Н.В.Ткаченко, Н.А.Шолохова, Х.Ю.Симоновская, Т.Ю.Беляева *Пульмонология*. 2023; 33 (1): 92–101.

14 Т.И. Каленчиц, С.Л. Кабак, Н.С. Диденко, И.П. Дулуб, А.Ю. Хаустович. Осложнения COVID-19-ассоциированной пневмонии: тромбоз ветвей легочных артерий (клинический случай). *Пульмонология*, 2021, 31(4): 537-541

15 А. А. Плешко, Е. Б. Петрова. Клинико-лабораторные особенности тромбоэмболии лёгочной артерии у пациентов с коронавирусной инфекцией SARS-COV-2 и абдоминальным ожирением. / Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2021. Т. 19, № 4. С. 444-450

16 Ranard L.S., Fried J.A., Abdalla M. et al. Approach to acute cardiovascular complications in COVID-19 infection. *Circ Heart Fail*. 2020; 13 (7): e007220. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.120.007220.

17 Тюрин И.Е., Струтынская А.Д. Визуализация изменений в легких при коронавирусной инфекции (обзор литературы и собственные данные). Пульмонология. 2020; 30 (5): 658–670. DOI: 10.18093/0869-0189-2020-30-5-658-670

18 Tsuchiya N., Griffin L., Yabuuchi H. et al. Imaging findings of pulmonary edema: Part 1. Cardiogenic pulmonary edema and acute respiratory distress syndrome. *Acta Radiol.* 2019; 61 (2): 184–194. DOI: 10.1177/0284185119857433.

19 Авторский коллектив (Авдеев С.Н. и др.) Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Временные методические рекомендации. Версия 17 (14.12.2022), 2022, 260 с.

20 Cardinal-Fernández P., Lorente J.A., Ballén-Barragán A. et al. Acute respiratory distress syndrome and diffuse alveolar damage. new insights on a complex relationship. *Ann. Am. Thorac. Soc.* 2017; 14 (6): 844–850. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201609-728PS.

REFERENCES

1 Adams H., T.C. Kwee, D. Yakar, M.D. Hope, R.M. Kwee. Systematic Review and Meta-Analysis on the Value of Chest CT in the Diagnosis of Coronavirus Disease (COVID-19): Sol Scientiae, Illustra Nos, AJR 2020; 215:1342–1350

2 M.M. Hammer. Real-World Diagnostic Performance of RSNA Consensus Reporting Guidelines for Findings Related to COVID-19 on Chest CT. *AJR* 2022; 218:75–76

3 Fang Y, Zhang H, Xie J, et al. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR. *Radiology.* 2020;296(2):E115-E117.

4 Клинический протокол диагностики и лечения коронавирусной инфекции COVID-19, одобренный Об"единенной комиссией по качеству медицинских услуг МЗ РК. – 2020. – 51 стр.

5 Ispol'zovanie metodov vizualizacii organov grudnoj kletki pri COVID-19. // Kratkoe rukovodstvo. Vsemirnaya organizaciya zdavoohraneniya. – 2020. – 56 str.

6 S.ZH. Əshimbekov, ZH.ZH. ZHoldybaj, G.S. Ahmetova, ZH.K. ZHakenova, O.V. Isajko, S.A. Sarsembaeva, A.S. Panina, D.K. Toleshbaev, A.S. Ajnakulova, M.O. Gabdullina Luchevaya diagnostika pnevmonii, associirovannoj s COVID-19 *Obzor Vestnik KazNMU, №2, 2020 g.* – Str. 144-148.

7 ZHoldybaj ZH.ZH., Zagurovskaya M.A., ZHakenova ZH.K., Dujsenova A.K., Toleshbaev D.K., Filippenko E.V., Əshimbekov S.ZH. Luchevaya diagnostika COVID-19 associirovannoj pnevmonii (Metodicheskie rekomendacii). – 2021. – 42 str.

8 ZHoldybaj ZH.ZH., ZHakenova ZH.K., Ashimbekov S.ZH., Filippenko E.V., Amankulova ZH.B., Klushkuzhieva A.M., Tusupova A.U. Komp'yuterno-tomograficheskaya kartina legkih u pacientov s COVID-19 associirovannoj pnevmoniej s soputstvuyushchimi zabolevaniyami.

//Vestnik YUzhno-Kazhastanskoj medicinskoj akademii. - №2 (96), 2022 - Str.64.

9 S.ZH. Əshimbekov, ZH.ZH. ZHoldybaj, ZH.K. ZHakenova, E.V. Filippenko, A.S. Ajnakulova, A.K. Abdrahmanova. Komp'yuternaya tomografiya v diagnostike COVID-19 associirovannoj pnevmonii. //Farmaciya Kazhastana, №2 aprel' 2023 – Str.15.

10 Aileen O'Shea, Anushri Parakh, Sandeep Hedgire, Susanna I. Lee. Multisystem Assessment of the Imaging Manifestations of Coagulopathy in Hospitalized Patients With Coronavirus Disease (COVID-19). *AJR* 2021; 216:1088–1098

11 Abdurahimov A.H., Hegaï L.N., YUsupova SH.K. COVID-19 i ego oslozhneniya. *RHJ №4-2021, s. 61-74*

12 Kotlyarov P.M. i dr. Mul'tispiral'naya komp'yuternaya tomografiya v rannej diagnostike pnevmonii, vyzvannoj SARS-CoV-2. *Pul'monologiya, 2020; 30 (5): 561–568*

13 O patogeneze destruktivnoj pnevmonii v period COVID-19: klinicheskoe nablyudenie O.V.Zaiceva, E.M.Tolstova, D.V.Haspekov, N.V.Tkachenko, N.A.Sholohova, H.YU.Simonovskaya, T.YU.Belyaeva *Pul'monologiya. 2023; 33 (1): 92–101.*

14 T.I. Kalenchic, S.L. Kabak, N.S. Didenko, I.P. Dulub, A.YU. Haustovich. Oslozhneniya COVID-19-associirovannoj pnevmonii: tromboz vetvej legochnyh arterij (klinicheskij sluchaj). *Pul'monologiya, 2021, 31(4): 537-541*

15 A. A. Pleshko, E. B. Petrova. Kliniko-laboratornye osobennosti tromboembolii legochnoj arterii u pacientov s koronavirusnoj infekciej SARS-COV-2 i abdominal'nym ozhireniem. / *ZHurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta. 2021. T. 19, № 4. S. 444-450*

16 Ranard L.S., Fried J.A., Abdalla M. et al. Approach to acute cardiovascular complications in COVID-19 infection. *Circ. Heart Fail.* 2020; 13 (7): e007220. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.120.007220.

17 Tyurin I.E., Strutyanskaya A.D. Vizualizaciya izmenenij v legkih pri koronavirusnoj infekcii (obzor literatury i sobstvennye dannye). *Pul'monologiya. 2020; 30 (5): 658–670. DOI: 10.18093/0869-0189-2020-30-5-658-670*

18 Tsuchiya N., Griffin L., Yabuuchi H. et al. Imaging findings of pulmonary edema: Part 1. Cardiogenic pulmonary edema and acute respiratory distress syndrome. *Acta Radiol.* 2019; 61 (2): 184–194. DOI: 10.1177/0284185119857433.

19 Avtorskij kolektiv (Avdееv S.N. i dr.) Profilaktika, diagnostika i lechenie novoj koronavirusnoj infekcii (COVID-19). Vremennye metodicheskie rekomendacii. Versiya 17 (14.12.2022), 2022, 260 s.

20 Cardinal-Fernández P., Lorente J.A., Ballén-Barragán A. et al. Acute respiratory distress syndrome and diffuse alveolar damage. new insights on a complex relationship. *Ann. Am. Thorac. Soc.* 2017; 14 (6): 844–850. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201609-728PS.

Вклад авторов. Все авторы принимали равносильное участие при написании данной статьи.

Конфликт интересов – не заявлен. Данный материал не был заявлен ранее, для публикации в других изданиях и не находится на рассмотрении другими издательствами. При проведении данной работы не было финансирования сторонними организациями и медицинскими представительствами.

Финансирование – исследование проведено в рамках внутривузовского гранта и одобрено этическим комитетом Казахского Национального медицинского университета им. С.Д. Асфендиярова.

Авторлардың үлесі. Барлық авторлар осы мақаланы жазуға тең дәрежеде қатысты.

Мүдделер қақтығысы – мәлімделген жоқ. Бұл материал басқа басылымдарда жариялау үшін бұрын мәлімделмеген және басқа басылымдардың қарауына ұсынылмаған. Осы жұмысты жүргізу кезінде сыртқы ұйымдар мен медициналық өкілдіктердің қаржыландыруы жасалған жоқ.

Қаржыландыру - зерттеу университетішілік грант аясында жүргізіліп, С.Д. Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық медицина университетінің этикалық комитетімен бекітілген.

Authors' Contributions. All authors participated equally in the writing of this article.

No conflicts of interest have been declared. This material has not been previously submitted for publication in other publications and is not under consideration by other publishers. There was no third-party funding or medical representation in the conduct of this work.

Funding – the study was conducted within the framework of an intra-university grant and approved by the ethical committee of the S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University.

Информация об авторах:

№	ФИО (полностью)	Должность, место работы	Телефон	Эл.почта
1	Әшімбеков Санжар Жаныбеқұлы	PhD докторант, НАО «Қазақский Национальный Медицинский Университет имени С.Д. Асфендиярова», г.Алматы	+77071227727	ashimbekov@gmail.com
2	Жолдыбай Жамиля Жолдыбаевна	доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой «Визуальная диагностика» НАО «Қазақский Национальный Медицинский Университет имени С.Д. Асфендиярова», г.Алматы	+77772101612	joldybay.j@gmail.com
3	Жакенова Жанар Кабдуалиевна	к.м.н., ассоциированный профессор кафедры «Визуальная диагностика» НАО «Қазақский Национальный Медицинский Университет имени С.Д. Асфендиярова», г.Алматы	+77016708635	jjia18@yandex.kz
4	Филиппенко Евгения Владимировна	ассистент кафедры «Визуальная диагностика» НАО «Қазақский Национальный Медицинский Университет имени С.Д. Асфендиярова», г. Алматы	+77051916774	eclips_90@mail.ru
5	Айнакулова Акмарал Сериковна	доцент кафедры «Визуальная диагностика» НАО «Қазақский Национальный Медицинский Университет имени С.Д. Асфендиярова», г. Алматы	+77017242429	ar89@list.ru
6	Маратова Шапагат Избасаровна	ассистент кафедры «Визуальная диагностика» НАО «Қазақский Национальный Медицинский Университет имени С.Д. Асфендиярова», г. Алматы	+77079181875	m_shapagat@mail.ru
7	Мухай Айман Арманқызы	резидент 1 года кафедры «Визуальная диагностика» НАО «Қазақский Национальный Медицинский Университет имени С.Д. Асфендиярова», г. Алматы	+77087283349	mabelnineten@gmail.com
8	Игенбаев Ерқулан Берикулы	резидент 1 года кафедры «Визуальная диагностика» НАО «Қазақский Национальный Медицинский Университет имени С.Д. Асфендиярова», г. Алматы	+77750529797	verkulani@gmail.com