

Применение виброакустической терапии в лечении пациентов с COVID-ассоциированной пневмонией

Г.С. Нуралиева^{1,2✉}, galia32@yandex.ru, А.Е. Шмидт¹, Г.В. Неклюдова^{1,2}, В.В. Гайнитдинова¹, Н.А. Царева^{1,2}, З.М. Мерджоева¹, С.Ю. Чикина¹, Н.В. Трушенко^{1,2}, З.М. Берикханов¹, О.А. Суворова¹, Ф.Т. Куркиева¹, И.С. Авдеев¹, А.А. Болотская¹, С.Н. Авдеев^{1,2}

¹ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

² Научно-исследовательский институт пульмонологии Федерального медико-биологического агентства; 115682, Россия, Москва, Ореховый бульвар, д. 28

Резюме

Введение. Пневмонии – группа различных по этиологии, патогенезу, морфологической характеристике острых инфекционных (преимущественно бактериальных) заболеваний, характеризующихся очаговым поражением респираторных отделов легких с обязательным наличием внутриальвеолярной экссудации. В настоящее время доступен широкий спектр не только фармакологических, но и физиотерапевтических методов лечения. В том числе виброакустическая терапия используется для облегчения отхождения бронхолегочного секрета.

Цель. Оценить эффективность виброакустической легочной терапии с помощью аппарата BARK VibroLUNG (производство ТОО «БАРК Технолоджи», Казахстан) у пациентов с COVID-19.

Материалы и методы. В исследование были включены 70 пациентов с подтвержденной методом ПЦР положительной COVID-19 инфекцией. Пациенты были разделены на 2 группы, которые статистически значимо не отличались друг от друга. Пациентам 1-й группы (n = 35) проводилась виброакустическая легочная терапия (ВАЛТ) в сочетании с базовым лечением. Пациенты 2-й группы (n = 35) получали только базовое лечение. ВАЛТ проводилась в течение 7 дней 2 сеанса в день по 20 мин.

Результаты. На фоне проведения комплексной терапии в сочетании с курсом ВАЛТ у пациентов исследуемой группы отмечалось статистически значимое снижение длительности госпитализации до 19 (12–29) дней в отличие от 27 (24–34) дней (p = 0,003) группы контроля. При сравнении изменения показателей выживших больных исследуемой группы получена положительная динамика основных показателей на фоне ВАЛТ: ΔBAШ -2 (-3; -1), p = 0,000; ΔSpO2 -6 (2; 7), p = 0,002; ΔPaO2 -13 (2; 19), p = 0,001 в сравнении с динамикой аналогичных показателей группы контроля.

Выводы. Полученные результаты показали эффективность применения виброакустической терапии при лечении пациентов с коронавирусной пневмонией. Данный метод может позволить оптимизировать затраты здравоохранения на лечение COVID-19, поскольку происходит значительное снижение количества койко-дней.

Ключевые слова: виброакустическая легочная терапия (ВАЛТ), COVID-19, дыхательная недостаточность, респираторная поддержка, одышка

Для цитирования: Нуралиева ГС, Шмидт АЕ, Неклюдова ГВ, Гайнитдинова ВВ, Царева НА, Мерджоева ЗМ, Чикина СЮ, Трушенко НВ, Берикханов ЗМ, Суворова ОА, Куркиева ФТ, Авдеев ИС, Болотская АА, Авдеев СН. Применение виброакустической терапии в лечении пациентов с COVID-ассоциированной пневмонией. *Медицинский совет.* 2024;18(5):50–57. <https://doi.org/10.21518/ms2024-036>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Applying vibroacoustic therapy in the treatment of patients with COVID-associated pneumonia

Galiya S. Nuralieva^{1,2✉}, galia32@yandex.ru, Anna E. Shmidt¹, Galina V. Nekludova^{1,2}, Viliya V. Gaynitdinova¹, Natalya A. Tsareva^{1,2}, Zamira M. Merzhoeva¹, Svetlana Yu. Chikina¹, Natalia V. Trushenko^{1,2}, Zelimkhan G. Berikhanov¹, Olga A. Suvorova¹, Fatima T. Kurkueva¹, Ivan S. Avdeev¹, Anastasia A. Bolotskaia¹, Sergey N. Avdeev^{1,2}

¹ Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia

² Research Institute for Pulmonology of the Federal Medical Biological Agency; 8, Orekhovy Boulevard, Moscow, 115682, Russia

Abstract

Introduction. Pneumonia is a group of acute infectious (mainly bacterial) diseases of various etiology, pathogenesis, and morphological characteristics characterized by focal lesions of the respiratory tract of the lungs with the obligatory presence of intraalveolar exudation. Currently, a wide range of not only pharmacological, but also physiotherapeutic methods of treatment is available. Vibroacoustic therapy is also used to facilitate the discharge of bronchopulmonary secretions.

Aim. To evaluate the effectiveness of vibroacoustic pulmonary therapy using the BARK VibroLUNG device (manufactured by BARK Technology, Kazakhstan) in patients with COVID-19.

Materials and methods. 70 patients with PCR-confirmed positive COVID-19 infection were included in the study. The patients were divided into 2 groups, which statistically did not differ from each other. Group 1 (n = 35) underwent vibroacoustic pulmonary therapy (VALT) in combination with basic treatment. Group 2 (n = 35) received only basic treatment. VALT was performed for 7 days, 2 sessions per day for 20 minutes.

Results. Against the background of complex therapy in combination with the course of VALT, patients in the study group showed a statistically significant decrease in the duration of hospitalization to 19 (12–29) days, as opposed to 27 (24–34) days ($p = 0.003$) in the control group. When comparing the changes in the indicators of the surviving patients of the study group, a positive dynamics of the main indicators against the background of VALT was obtained: $\Delta\text{VAS} -2$ ($-3; -1$), $p = 0.000$; $\Delta\text{SpO}_2 -6$ ($2; 7$), $p = 0.002$; $\Delta\text{PaO}_2 -13$ ($2; 19$), $p = 0.001$ in comparison with the dynamics of similar indicators of the control group.

Conclusions. The results have shown the effectiveness of vibroacoustic therapy in the treatment of patients with coronavirus pneumonia. This method can optimize healthcare costs for the treatment of COVID-19, as there is a significant decrease of duration of hospitalization.

Keywords: vibroacoustic lung therapy (VALT), COVID-19, respiratory failure, respiratory support, dyspnea

For citation: Nuralieva GS, Shmidt AE, Nekludova GV, Gaynitdinova VV, Tsareva NA, Merzhoeva ZM, Chikina SYu, Trushenko NV, Berikhanov ZG, Suvorova OA, Kurkova FT, Avdeev IS, Bolotskaia AA, Avdeev SN. Applying vibroacoustic therapy in the treatment of patients with COVID-associated pneumonia. *Meditinskiy Sovet*. 2024;18(5):50–57. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2024-036>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Пневмонии – группа различных по этиологии, патогенезу, морфологической характеристике острых инфекционных (преимущественно бактериальных) заболеваний, характеризующихся очаговым поражением респираторных отделов легких с обязательным наличием внутриальвеолярной экссудации [1]. Несмотря на разработку вакцин и других методов профилактики, внебольничная пневмония по-прежнему является часто встречающимся заболеванием и одной из основных причин смертности ежегодно во всем мире. В структуре смертности от болезней органов дыхания в РФ в 2019 г. на долю пневмоний приходилось 41,9%; смертность в 2018 г. составила 17,0 на 100 тыс. населения¹. В конце 2019 г. в Китае произошла вспышка новой коронавирусной инфекции, которая быстро распространилась по планете и потребовала разработки новых методов лечения пневмонии во избежание высокой смертности и более быстрого восстановления пациента.

Избыточная продукция мокроты и недостаточный клиренс бронхиального дерева могут представлять серьезную проблему при многих заболеваниях дыхательной системы. Одним из методов, улучшающих отхождение бронхиального секрета и повышающих вентиляцию легких, является виброакустическая легочная терапия (ВАЛТ), применение которой улучшает дренаж бронхов, рекрутирование альвеол, что в свою очередь нормализует вентиляционно-перфузионные соотношения. ВАЛТ – метод физиотерапии, сочетающий акустическое и вибрационное воздействие на паренхиму легких волнами высокой интенсивности плавающей частоты в диапазоне от 20 до 300 Гц, усиленных резонансным эффектом [2]. Принцип работы ВАЛТ основан на воздействии звукового сигнала в низкочастотном звуковом диапазоне с двух позиций двумя излучателями, при этом данный сигнал преобразуется в звук и вибрацию [3–5]. Эффект резонанса звуковой волны с колебаниями грудной клетки, легочной паренхимы, бронхиального дерева достигается за счет «плавающего эффекта» генерируемого сигнала с частотой

от 20 до 300 Гц². Возникающая виброакустическая волна вызывает колебание как неомогенной легочной паренхимы, так и внутрилегочного компартмента (отек, слизь, инфильтрация, гипостатический транссудат), что улучшает дренаж, вентиляцию, аэрацию. «Плавающая» частота сигнала позволяет достичь лучших результатов при меньшей интенсивности: при более низких частотах увеличивается объем воздуха, перемещаемого в легкие, при более высоких частотах возрастает скорость воздушного потока [6]. Таким образом, саногенный эффект виброакустического массажа грудной клетки обеспечивается за счет резонансного воздействия на стенку бронхов, что способствует «отлипанию» мокроты и улучшению мукоцилиарного клиренса, раскрытию микроателектазов и редукции внутриальвеолярного экссудата [7].

В пульмонологической практике вибрационное воздействие на грудную клетку показало свою эффективность у пациентов с муковисцидозом [8], бронхоэктазами [9], при обострении ХОБЛ [10]. Также ВАЛТ широко используется в реанимационном отделении у пациентов с ОРДС [11], с нарушением дренажа бронхиального дерева на фоне длительной ИВЛ, сокращая длительность респираторной поддержки [12], после оперативных вмешательств на органах грудной клетки, улучшая пассаж мокроты, вентиляционные показатели и оксигенирующую функцию легких [13–15].

Исходя из широкого спектра состояний и заболеваний, при которых ВАЛТ показала свою эффективность, можно предположить, что данный вид лечения применим у пациентов с пневмонией, вызванной COVID-19. Повреждение легких и альвеолярного эпителия, вызванное инфекцией COVID-19, увеличивает альвеолярную секрецию, препятствуя правильному газообмену в альвеолах. Существует повышенный риск тяжелых ателектазов, вторичных по отношению к образованию слизистых пробок, которые полностью закупоривают просвет бронхов [16].

Цель – оценка эффективности виброакустической легочной терапии с помощью аппарата BARK VibroLUNG (производство ТОО «БАРК Технолоджи», Казахстан) у пациентов с COVID-19.

¹ Федеральная служба государственной статистики. Российский статистический ежегодник. М.: 2019. Режим доступа: <https://www.demoscope.ru/weekly/2020/0845/biblio03.php>.

² Тимофеев АБ. Исследование явлений механического резонанса в органах и тканях человека и их использование для лечения и контроля его эффективности: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13. Москва, 2005. (In Russ.) Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/issledovanie-yavlenii-mekhanicheskogo-rezonansa-v-organakh-i-tkanyakh-cheloveka-i-ikh-ispolz>.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 70 пациентов, проходивших стационарное лечение в пульмонологическом отделении УКБ №4 Сеченовского университета по поводу внебольничной пневмонии COVID-19 различной степени тяжести (подтвержденной методом ПЦР, а также с выявленными клиническими симптомами, маркерами воспаления и характерной КТ-картиной), – мужчины и женщины старше 18 лет. Пациенты в случайном порядке были разделены на исследуемую группу, в лечении которых помимо стандартных методов применялась ВАЛТ аппаратом VibroLung ($n = 35$), и группу контроля ($n = 35$). Пациенты, у которых были выявлены противопоказания для проведения ВАЛТ (тяжелое состояние, наличие булл с риском их разрыва, травмы грудной клетки, наличие имплантированных и внешних электронно-механических устройств в проекции грудной клетки, коагулопатии), в исследование не включались.

Пациентам исследуемой группы наряду с комплексным лечением пневмонии, вызванной COVID-19, проводились процедуры ВАЛТ с помощью аппарата VibroLUNG ежедневно по 2 процедуры (между процедурами не менее 5 ч), длительность каждой 20 мин, в течение 7 дней.

Пациентам обеих групп была проведена комплексная оценка основных показателей в начале исследования и в конце после стандартного лечения и 14 сеансов ВАЛТ в 1-й группе или только стандартного лечения во 2-й группе: ЧДД (в мин), уровень одышки по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) от 0 до 10 баллов и по шкале mMRC (Modified Medical Research Council) с оценкой одышки от 0 до 4 баллов, уровень SpO_2 на воздухе, парциальное давление кислорода артериальной крови (PaO_2), уровень SpO_2 на фоне кислородной терапии, показатели общего анализа крови (лейкоциты, лимфоциты, нейтрофилы, гемоглобин, тромбоциты), биохимического анализа крови (Срб, Na, K, мочевины, креатинин, АСТ, АЛТ, ЛДГ, ферритин), уровень Д-димера и степень поражения по МСКТ ОГК, а также длительность госпитализации.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Нормальность распределения данных оценивали с помощью теста Шапиро – Уилка, который показал, что распределение большинства рассматриваемых показателей отлично от нормального. Непрерывные данные представлены как медиана (Me) и интерквартильный разброс, категориальные переменные – абсолютные и относительные частоты в процентах. Сравнение непрерывных переменных между несвязанными группами проводилось с использованием U-критерия Манна – Уитни, категориальные переменные между группами сравнивали при помощи точного теста Фишера (при численных значениях менее 5) или критерия χ^2 Пирсона.

Оценку влияния ВАЛТ на вероятность события проводили при помощи метода одномерной логистической регрессии. Результат представлен в виде отношения шансов (ОШ) с 95% доверительным интервалом.

Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Статистическая обработка данных и графическое представление результатов осуществлялись с использованием пакета прикладных программ GraphPad Prism 9 и программного обеспечения IBM SPSS Statistics, version 26 (IBM Corporation, USA).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Среди включенных в исследуемую группу пациентов, в лечение которых применялась ВАЛТ, мужчин было 20 (57,1%), женщин – 15 (42,9%). 8 (22,9%) из них потребовалась ИВЛ, 28 (80%) – НИВЛ. 28 пациентов (80%) имели хронические заболевания. Медиана возраста пациентов составила 63,0 (52,0–68,0) года, ИМТ = 30,0 (25,4–35,8) kg/m^2 , ЧДД = 24,0 (23,0–26,0) в мин, ЧСС = 84,0 (78,0–88,0) в мин. Группа контроля была сопоставима с исследуемой группой по всем исследуемым параметрам, за исключением возраста (табл. 1).

После лечения в исследуемых группах была выявлена статистически значимая разница выраженности одышки, оцениваемой по ВАШ. Так, у больных, получавших ВАЛТ, выраженность одышки по ВАШ составила 4 (3–6) балла по сравнению с 5 (4–7) баллами контрольной группы ($p = 0,029$). Однако показатели оксигенации статистически значимо не отличались: в основной группе $SpO_2 = 90$ (86–94)% и $PaO_2 = 60$ (52–79) мм рт.ст., в контрольной группе $SpO_2 = 89$ (80–91)% и $PaO_2 = 59$ (50–62) мм рт.ст. ($p = 0,085$ и $p = 0,118$ соответственно).

Сравнение длительности госпитализации исследуемой группы и группы контроля показывает статистически значимое уменьшение показателя на фоне применения ВАЛТ (в исследуемой группе – 19 (12–29) дней, в группе контроля – 27 (24–34) дней ($p = 0,003$)).

Число пациентов с летальным исходом было практически одинаковым в обеих группах: в группе больных, получавших ВАЛТ, – 8 (22,9%), в группе контроля – 9 (25,7%) ($p = 1,000$).

Результат одномерного логистического регрессионного анализа продемонстрировал, что применение ВАЛТ не влияло на летальность / выживаемость больных: ОШ летального исхода составило 0,856 (95%ДИ: 0,287–2,556) ($p = 0,781$).

Поскольку на количество койко-дней могла значимо влиять ранняя госпитальная летальность, то в обеих группах была выделена подгруппа выживших больных. Проведен сравнительный анализ исходных основных клинических показателей, длительности госпитализации, динамики выраженности одышки, SpO_2 , PaO_2 у выживших больных (табл. 2, 3).

Сравнительный анализ продемонстрировал, что у выживших больных длительность госпитализации пациентов на фоне применения ВАЛТ статистически значимо меньше по сравнению с контрольной группой (в исследуемой группе – 20 (16–32) дней, в группе контроля – 28,5 (24–34,3) дня ($p = 0,008$)) (рис. 1).

Применение ВАЛТ статистически значимо уменьшало ВАШ, увеличивало SpO_2 , PaO_2 (табл. 3, рис. 2, 3).

● **Таблица 1.** Сравнение показателей исследуемой группы и группы контроля
 ● **Table 1.** Comparison of main parameters in the study group and the control group

Параметр	Основная группа n = 35	Контрольная группа n = 35	p
Возраст, лет	63,0 (52,0–68,0)	71,0 (62,0–79,0)	0,015
Пол (М), n (%)	20 (57,1)	17 (48,6)	0,632
ИМТ, кг/м ²	30,0 (25,4–35,8)	29,9 (27,4–32,4)	0,750
ЧДД, в мин	24 (23–26)	24 (23–26)	0,288
ЧСС, уд/мин	84 (78–88)	83 (76–92)	0,808
САД, мм рт.ст.	130 (120–130)	127 (119–138)	0,763
ДАД, мм рт.ст.	80 (75–80)	79 (73–82)	0,595
СРБ	55,0 (16,8–129,2)	47,0 (14,3–108,0)	0,750
Na ⁺	139,0 (135,9–142,0)	138,0 (135,9–142,0)	0,960
K ⁺	4,5 (4,1–4,9)	4,3 (3,9–5,0)	0,321
Мочевина	8,5 (5,2–11,2)	6,7 (4,9–10,0)	0,227
Креатинин	97,9 (83,0–106,9)	99,4 (84,9–109,0)	0,573
АСТ	38,5 (33,0–50,0)	35,0 (22,0–45,0)	0,068
АЛТ	30,6 (20,7–43,0)	34,0 (26,0–47,0)	0,418
ЛДГ	470 (365–828)	637 (446–844)	0,211
Д-димер	0,60 (0,40–0,89)	0,70 (0,45–1,00)	0,272
SpO ₂ , %	87 (80–90)	88 (84–91)	0,625
pO ₂ , мм рт.ст.	57 (47–62)	58 (55–61)	0,344
ВАШ, балл	6 (5–7)	6 (4–7)	0,956
mMRC, балл	3 (2–3)	3 (3–3)	0,203
НИВЛ, n (%)	28 (80)	29 (82,9)	1,000
ИВЛ, n (%)	8 (22,9)	8 (22,9)	1,000
Хронические заболевания, n (%)	28 (80)	33 (94,3)	0,151
КТ-1, n (%)	8 (22,9)	10 (28,6)	0,853
КТ-2, n (%)	17 (48,6)	14 (40,0)	
КТ-3, n (%)	8 (22,9)	8 (22,9)	
КТ-4, n (%)	2 (5,7)	3 (8,6)	

ОБСУЖДЕНИЕ

Данное исследование показало положительное влияние ВАЛТ в отношении выраженности одышки и уровня оксигенации крови у пациентов с пневмонией, вызванной COVID-19.

Несмотря на то что после лечения больные исследуемых групп не отличались по показателям оксигенации, однако, разделив пациентов согласно исходу болезни, была обнаружена значительная статистически значимая положительная динамика ряда показателей в группе выживших больных, получавших ВАЛТ (медиана снижения выраженности одышки по ВАШ составила 2 балла,

● **Таблица 2.** Сравнение показателей выживших больных исследуемой группы и группы контроля
 ● **Table 2.** Comparison of the surviving patients in the groups

Параметр	Основная группа (n = 27)	Контрольная группа (n = 26)	p
Возраст, лет	60 (52–68)	70,5 (61–79)	0,034
Пол (М), n (%)	15 (55,6)	13 (50,0)	0,786
ИМТ, кг/м ²	30,8 (26,7–35,2)	30,75 (27,9–32,5)	0,870
ЧДД, в мин	24 (23–26)	24 (23–25)	0,996
ЧСС, уд/мин	84 (80–90)	83 (77,3–92,5)	0,761
САД, мм рт.ст.	130 (120–130)	127,5 (120,5–137,3)	0,353
ДАД, мм рт.ст.	80 (75–80)	79 (73,8–82,3)	0,828
SpO ₂ , %	88 (82–90)	89 (85,8–91)	0,464
pO ₂ , мм рт.ст.	58 (48–62)	59 (56,5–62)	0,470
ВАШ, балл	6 (5–7)	5 (4–6)	0,233
mMRC, балл	3 (2–3)	3 (2–3)	0,757
НИВЛ, n (%)	20 (74,1)	21 (80,8)	0,745
Хронические заболевания, n (%)	20 (74,1)	24 (92)	0,142
КТ-1, n (%)	4 (14,8)	7 (26,9)	0,565
КТ-2, n (%)	15 (55,6)	10 (38,5)	
КТ-3, n (%)	7 (25,9)	7 (26,9)	
КТ-4, n (%)	1 (3,7)	2 (7,7)	

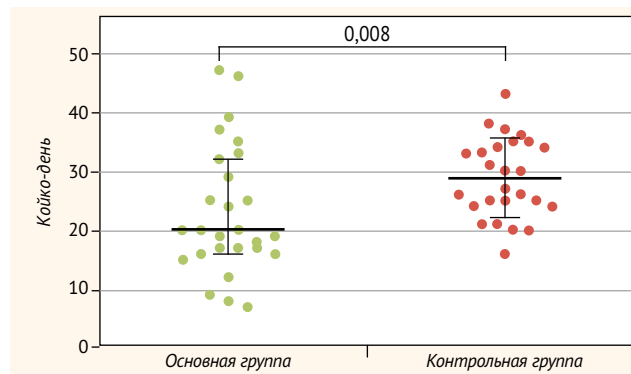
● **Таблица 3.** Сравнение динамики показателей оксигенации крови и выраженности одышки у выживших больных обеих групп

● **Table 3.** Change in the blood oxygenation and dyspnea severity in the surviving patients

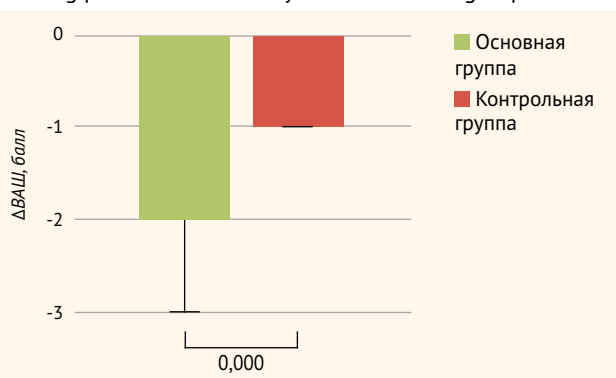
Параметр	Основная группа, выжившие больные	Контрольная группа, выжившие больные	p
ΔВАШ	-2 (-3; -1)	-1 (-1; -0,75)	0,000
ΔmMRC	-1 (-1; 0)	0 (-1; 0)	0,374
ΔSpO ₂	6 (2; 7)	1 (1; 2)	0,002
ΔPaO ₂	13 (2; 19)	2 (0; 2)	0,001

● **Рисунок 1.** Длительность госпитализации у выживших больных основной и контрольной групп

● **Figure 1.** Hospitalization length in the surviving patients of the study and the control groups



- **Рисунок 2.** Изменения выраженности одышки по ВАШ у выживших больных основной и контрольной групп
- **Figure 2.** Change in dyspnea severity according to VAS in the surviving patients of the study and the control groups



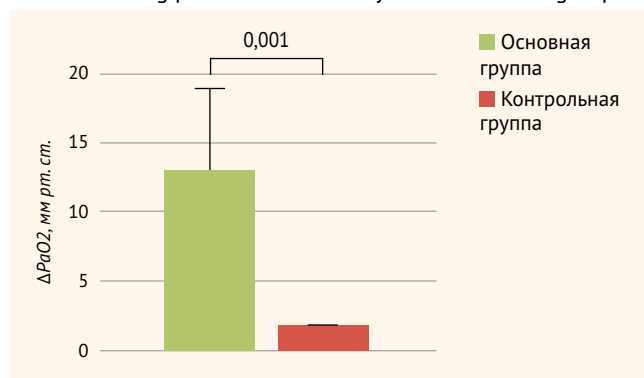
Примечание. На фоне применения ВАЛТ у выживших пациентов наблюдалось статистически значимое уменьшение выраженности одышки: ΔВАШ -2 (-3; -1), $p = 0,000$ по сравнению с группой контроля.

медиана увеличения SpO – 6% и PaO₂ – 13 мм рт.ст.). Положительный эффект влияния ВАЛТ на оксигенацию позволил уменьшить длительность госпитализации больных с COVID-19 ассоциированной пневмонией. Полученные в настоящем исследовании результаты аналогичны более ранним исследованиям применения ВАЛТ у пациентов как с COVID-19 ассоциированной пневмонией, так и с внебольничной пневмонией иной этиологии, демонстрируя эффективность данной терапии даже у пациентов с тяжелым течением болезни.

Исследование М. Çelik et al. продемонстрировало, что применение устройств для высокочастотных колебаний грудной стенки у пациентов с COVID-19 способствовало улучшению оксигенации, обеспечивая значительное улучшение, наблюдаемое при тестировании функции легких пациентов. По сравнению с контрольной группой объем форсированного выдоха за 1 секунду, форсированная жизненная емкость легких и пиковая скорость выдоха были статистически выше в группе реабилитации на 5-й день ($p < 0,05$). При оценке оксигенации разница насыщения крови кислородом на 5-й и 1-й день была значительно выше в группе реабилитации, чем в контрольной группе ($p < 0,05$). Кроме того, число пациентов, нуждавшихся в неинвазивной искусственной вентиляции легких, было ниже в группе реабилитации ($p < 0,05$) [17].

В случае, описанном А.З. Bekniyazova et al., показана эффективность ВАЛТ у пациента с COVID-19, двусторонней пневмонией и сепсисом на фоне перипротезной инфекции сустава, с диссеминированным внутрисосудистым свертыванием крови, двусторонним экссудативным плевритом. Клинически при использовании ВАЛТ наблюдалось улучшение дренажной функции бронхов, что было визуально зафиксировано во время бронхоскопии. Также положительная динамика от лечения была отмечена по данным периферической оксиметрии, газовому составу крови, индексу оксигенации и рентгенографии органов грудной клетки в динамике. Проведение виброакустической терапии при комплексном лечении пациента способствовало более быстрой реабилитации и активизации,

- **Рисунок 3.** Изменения выраженности одышки по PaO₂ у выживших больных основной и контрольной групп
- **Figure 3.** Change in dyspnea severity in dependence of PaO₂ in the surviving patients of the study and the control groups



Примечание. На фоне применения ВАЛТ у выживших пациентов наблюдалась положительная динамика оксигенации артериальной крови в виде повышения уровня PaO₂: ΔPaO₂ 13 (2; 19), $p = 0,001$ по сравнению с группой контроля.

и, как следствие, продолжительность пребывания в отделении интенсивной терапии была значительно сокращена у больных, получавших ВАЛТ [18].

Положительное влияние ВАЛТ на состояние пациентов с внебольничной пневмонией было показано в исследовании В.В. Салухова и др., в котором принял участие 181 пациент с внебольничной пневмонией, находившийся на стационарном лечении. У пациентов, получивших курс ВАЛТ, отмечено уменьшение продолжительности общей интоксикации и клинических проявлений, увеличение интенсивности отхождения мокроты. Разрешение пневмонической инфильтрации по данным рентгенографии наступило на $9,2 \pm 1,4$ сут. лечения в группе ВАЛТ и только на $13,4 \pm 1,8$ сут. ($p < 0,05$) в контрольной группе. К тому же применение курса вибрационного воздействия на грудную клетку позволило сократить сроки стационарного лечения в среднем на 3 дня. Продолжительность стационарного лечения в сравниваемых группах составила $12,6 \pm 1,6$ и $16,9 \pm 2,1$ дня соответственно ($p < 0,05$) [19], что соответствует полученным результатам нашего исследования.

Следует сказать, что ВАЛТ целесообразно использовать не только в острый период заболевания, как было показано в настоящем исследовании, но и при постковидном синдроме в рамках реабилитации при новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Эффективность виброакустической терапии в коррекции одышки и кашля в период восстановления после перенесенной новой коронавирусной инфекции показана в исследовании А.М. Щикота и др. В нем приняли участие 60 пациентов с наличием отдаленных респираторных симптомов после COVID-19 разной степени тяжести. На фоне курса виброакустической терапии в группе без бронхолегочной патологии доля пациентов с одышкой сократилась с 96,7 до 30%, у пациентов с хронической бронхолегочной патологией – с 90 до 10%, общий средний балл одышки по mMRC снизился до $0,2 \pm 0,4$ (Δ 82%), по ВАШ – до $0,4 \pm 0,8$ (Δ 89,1%), был достигнут полный регресс кашлевого синдрома в обеих группах. Также выявлен прирост показателей ОФВ1 и пиковой скорости выдоха [20].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты показали эффективность применения виброакустической терапии при лечении пациентов с коронавирусной пневмонией. ВАЛТ имеет положительное влияние на состояние пациента с пневмонией, ассоциированной с COVID-19, снижая выраженность одышки, улучшая показатели оксигенации крови.

Положительный эффект применения ВАЛТ может быть обусловлен улучшением альвеолярной вентиляции. Уменьшение длительности госпитализации на фоне ВАЛТ может позволить оптимизировать затраты здравоохранения на лечение больных COVID-19.



Поступила / Received 09.01.2024
Поступила после рецензирования / Revised 07.02.2024
Принята в печать / Accepted 12.02.2024

Список литературы / References

1. Авдеев СН, Дехнич АВ, Зайцев АА, Козлов РС, Рачина СА, Руднов ВА и др. Внебольничная пневмония: федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению. *Пульмонология*. 2022;32(3):295–355. <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2022-32-3-295-355>.
2. Avdeev SN, Dekhnic AV, Zaytsev AA, Kozlov RS, Rachina SA, Rudnov VA and др. Federal guidelines on diagnosis and treatment of community-acquired pneumonia. *Pulmonologiya*. 2022;32(3):295–355. (In Russ.) <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2022-32-3-295-355>.
3. Boyd-Brewer C. Vibroacoustic Therapy: Sound Vibrations in Medicine. *Alternat Complem Ther*. 2003;9(5):257–263. <https://doi.org/10.1089/107628003322490706>.
4. Henry B, Royston TJ. A multiscale analytical model of bronchial airway acoustics. *J Acoust Soc Am*. 2017;142(4):1774. <https://doi.org/10.1121/1.5005497>.
5. Драган СП, Разинкин СМ, Ерофеев ГГ. Метод акустической стимуляции дыхательной системы. *Медицинская техника*. 2020;3(3):26–28. <https://doi.org/10.1007/s10527-020-10001-x>.
6. Dragan SP, Razinkin SM, Yerofeev GG. A Method of acoustic stimulation of the respiratory system. *Bio-Medical Engineering*. 2020;3(3):26–28. (In Russ.) <https://doi.org/10.1007/s10527-020-10001-x>.
7. Palnitkar H, Henry BM, Dai Z, Peng Y, Mansy HA, Sandler RH et al. Sound transmission in human thorax through airway insonification: an experimental and computational study with diagnostic applications. *Med Biol Eng Comput*. 2020;58(10):2239–2258. <https://doi.org/10.1007/s11517-020-02211-y>.
8. Kempainen RR, Milla C, Dunitz J, Savik K, Hazelwood A, Williams C et al. Comparison of settings used for high-frequency chest-wall compression in cystic fibrosis. *Respir Care*. 2010;55(6):695–701. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20507651/>.
9. Чугунов АА, Минаков АА. Перспективные методы лечения внебольничной пневмонии у военнослужащих. *Известия Российской военной медицинской академии*. 2021;40(51-1):177–178. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/muvvzs>.
10. Chugunov AA, Minakov AA. Promising methods of treatment of community-acquired pneumonia in military personnel. *Russian Military Medical Academy Reports*. 2021;40(51-1):177–178. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/muvvzs>.
11. Warwick WJ, Hansen LG. The long-term effect of high-frequency chest compression therapy on pulmonary complications of cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol*. 1991;11(3):265–271. <https://doi.org/10.1002/ppul.1950110314>.
12. Nicolini A, Cardini F, Landucci N, Lanata S, Ferrari-Bravo M, Barlaschini C. Effectiveness of treatment with high-frequency chest wall oscillation in patients with bronchiectasis. *BMC Pulm Med*. 2013;13(21). <https://doi.org/10.1186/1471-2466-13-21>.
13. Авдеев СН, Гусева НА, Нуралиева ГС. Эффективность метода высокочастотных колебаний грудной стенки при обострении хронической обструктивной болезни легких. *Пульмонология*. 2016;26(4):466–472. <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2016-26-4-466-472>.
14. Avdeev SN, Guseva NA, Nurallieva GS. Efficacy of high frequency chest wall oscillation method in acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Pulmonology*. 2016;26(4):466–472. (In Russ.) <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2016-26-4-466-472>.
15. Сабиров ДМ, Росстальная АЛ, Махсудов ДР. Виброакустическая терапия при тяжелом остром респираторном дистресс-синдроме смешанного генеза (клиническое наблюдение). *Вестник экстренной медицины*. 2021;14(1):31–38. Режим доступа: <https://ems-journal.uz/index.php/ems/article/view/12/5>.
16. Sabirov DM, Rosstalnaya AL, Makhudov DR. Vibroacoustic therapy in severe acute respiratory distress syndrome of mixed genesis (clinical observation). *Vestnik Ekstrennoy Meditsiny*. 2021;14(1):31–38. (In Russ.) Available at: <https://ems-journal.uz/index.php/ems/article/view/12/5>.
17. Зырянкина НМ, Саскин ВА. Виброакустический массаж грудной клетки в реанимационной практике: взгляд медицинской сестры. В: *Форум анестезиологов и реаниматологов России (ФАРР-2020): Сборник тезисов XIX съезда федерации анестезиологов и реаниматологов. Санкт-Петербург, 25–27 октября 2020 г.* СПб.: Человек и его здоровье; 2020. С. 37–38. Режим доступа: <https://congress-ph.ru/common/htdocs/upload/fm/far/2020/tezis.pdf>.
18. Еременко АА, Зюльева ТП, Калинина АА, Розина НА. Оценка эффективности виброакустического массажа легких при самостоятельном дыхании у пациентов после кардиохирургических операций. *Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского*. 2020;8(4):126–134. <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2020-8-4-126-134>.
19. Yerenenko AA, Zyulyaeva TP, Kalinina AA, Roshchina NA. Evaluation of the effectiveness of vibroacoustic lung massage with independent breathing in patients after cardiac surgery. *Clinical and experimental surgery. The journal named after Academician B.V. Petrovsky*. 2020;8(4):126–134. (In Russ.) <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2020-8-4-126-134>.
20. Еременко АА, Зюльева ТП, Рябова ДВ, Алферова АП. Сравнительная оценка эффективности вибрационных физиотерапевтических методов в ранние сроки после кардиохирургических вмешательств. *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2021;18(6):80–89. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2021-18-6-80-89>.
21. Eremenko AA, Ryabova DV, Alferova AP. Comparative evaluation of the effectiveness of vibrational physiotherapy methods in the early stages after cardiac surgery. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*. 2021;18(6):80–89. (In Russ.) <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2021-18-6-80-89>.
22. Еременко АА, Рябова ДВ, Комнов РД, Червинская АВ. Оценка эффективности и безопасности аппаратной стимуляции кашля при ранней послеоперационной респираторной реабилитации у кардиохирургических пациентов. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2021;98(6-2):17–24. <https://doi.org/10.17116/kurort20219806217>.
23. Eremenko AA, Ryabova DV, Komnov RD, Chervinskaya AV. Effectiveness and safety evaluation of a cough stimulation device in early postoperative respiratory rehabilitation in cardiac surgery patients. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Therapeutic Physical Culture*. 2021;98(6-2):17–24. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/kurort20219806217>.
24. Sancho PT, Gandarias PA, González RS, Gurumeta AA. Respiratory physiotherapy with Vibration belts in the critical patient COVID-19 in the prone position. *Rev Esp Anestesiología Reanim (Engl Ed)*. 2020;67(8):481–482. <https://doi.org/10.1016/j.redar.2020.06.014>.
25. Çelik M, Yayık AM, Kerget B, Kerget F, Doymuş Ö, Aksal A et al. High-Frequency Chest Wall Oscillation in Patients with COVID-19: A Pilot Feasibility Study. *Eurasian J Med*. 2022;54(2):150–156. <https://doi.org/10.5152/eurasianjmed.2022.21048>.
26. Bekniyazova AZ, Kadralinova A, Konkayeva ME, Yeltaeva AA, Konkayev AK. Case Report: Complex Treatment Using Vibroacoustic Therapy in a Patient With Co-Infection and COVID-19. *Front Med*. 2022;9:893306. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.893306>.
27. Салухов ВВ, Харитонов МА, Макаревич АМ, Богомолов АБ, Казанцев ВА, Иванов ВВ и др. Опыт применения аппарата Bark Vibrolung в комплексном лечении внебольничной пневмонии. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2021;23(1):51–58. <https://doi.org/10.17816/brmma.63576>.
28. Salukhov VV, Kharitonov MA, Makarevich AM, Bogomolov AB, Kazantsev VA, Ivanov VV et al. Experience of using the Bark Vibrolung device in the complex treatment of community-acquired pneumonia. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2021;23(1):51–58. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/brmma.63576>.
29. Щикота АМ, Морозова СА, Турова ЕА, Погонченкова ИВ, Рассулова МА. Возможности виброакустической терапии в коррекции респираторных проявлений постковидного синдрома. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2022;99(6):5–12. <https://doi.org/10.17116/kurort2022990615>.
30. Shchikota AM, Morozova SA, Turova EA, Pogonchenkova IV, Rassulova MA. Capacity of vibroacoustic therapy for correction of respiratory manifestations of post COVID-19 syndrome. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Therapeutic Physical Culture*. 2022;99(6):5–12. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/kurort2022990615>.

Вклад авторов:

Концепция статьи – С.Н. Авдеев, Г.С. Нуралиева

Концепция и дизайн исследования – Г.С. Нуралиева, Г.В. Неклюдова, В.В. Гайнитдинова, Н.А. Царева, З.М. Мерзоева, С.Ю. Чикина, Н.В. Трушенко, З.М. Берикханов, А.Е. Шмидт, О.А. Суворова, Ф.Т. Куркиева, И.С. Авдеев, А.А. Болотская, С.Н. Авдеев

Написание текста – Г.С. Нуралиева, А.Е. Шмидт, Г.В. Неклюдова

Сбор и обработка материала – Г.С. Нуралиева, А.Е. Шмидт, Г.В. Неклюдова, В.В. Гайнитдинова, Н.А. Царева, З.М. Мерзоева, С.Ю. Чикина, Н.В. Трушенко, З.М. Берикханов, О.А. Суворова, Ф.Т. Куркиева, И.С. Авдеев, А.А. Болотская

Обзор литературы – С.Н. Авдеев, Г.С. Нуралиева, А.Е. Шмидт, Г.В. Неклюдова, В.В. Гайнитдинова, Н.А. Царева, З.М. Мерзоева, С.Ю. Чикина, Н.В. Трушенко, З.М. Берикханов, О.А. Суворова, Ф.Т. Куркиева, И.С. Авдеев, А.А. Болотская

Анализ материала – С.Н. Авдеев, Г.С. Нуралиева, А.Е. Шмидт, Г.В. Неклюдова, В.В. Гайнитдинова, Н.А. Царева, З.М. Мерзоева, С.Ю. Чикина, Н.В. Трушенко, З.М. Берикханов, О.А. Суворова, Ф.Т. Куркиева, И.С. Авдеев, А.А. Болотская

Статистическая обработка – Г.С. Нуралиева, Г.В. Неклюдова, В.В. Гайнитдинова, Н.А. Царева, З.М. Мерзоева, С.Ю. Чикина, Н.В. Трушенко, З.М. Берикханов, А.Е. Шмидт, О.А. Суворова, Ф.Т. Куркиева, И.С. Авдеев, А.А. Болотская, С.Н. Авдеев

Редактирование – С.Н. Авдеев, Г.С. Нуралиева, Г.В. Неклюдова

Утверждение окончательного варианта статьи – С.Н. Авдеев

Contribution of authors:

Concept of the article – Sergey N. Avdeev, Galiya S. Nuralieva

Study concept and design – Galiya S. Nuralieva, Galina V. Nekludova, Viliya V. Gaynitdinova, Natalya A. Tsareva, Zamira M. Merzhoeva, Natalia V. Trushenko, Zelimkhan G. Berikkhanov, Anna E. Shmidt, Olga A. Suvorova, Fatima T. Kurkueva, Sergey N. Avdeev, Anastasia A. Bolotskaia, Sergey N. Avdeev

Text development – Galiya S. Nuralieva, Galina V. Nekludova, Galiya S. Nuralieva, Anna E. Shmidt

Collection and processing of material – Galiya S. Nuralieva, Galina V. Nekludova, Viliya V. Gaynitdinova, Natalya A. Tsareva, Zamira M. Merzhoeva, Natalia V. Trushenko, Zelimkhan G. Berikkhanov, Anna E. Shmidt, Olga A. Suvorova, Fatima T. Kurkueva, Sergey N. Avdeev, Anastasia A. Bolotskaia

Literature review – Sergey N. Avdeev, Galiya S. Nuralieva, Galina V. Nekludova, Viliya V. Gaynitdinova, Natalya A. Tsareva, Zamira M. Merzhoeva, Natalia V. Trushenko, Zelimkhan G. Berikkhanov, Anna E. Shmidt, Olga A. Suvorova, Fatima T. Kurkueva, Sergey N. Avdeev, Anastasia A. Bolotskaia

Material analysis – Sergey N. Avdeev, Galiya S. Nuralieva, Galina V. Nekludova, Viliya V. Gaynitdinova, Natalya A. Tsareva, Zamira M. Merzhoeva, Natalia V. Trushenko, Zelimkhan G. Berikkhanov, Anna E. Shmidt, Olga A. Suvorova, Fatima T. Kurkueva, Sergey N. Avdeev, Anastasia A. Bolotskaia

Statistical processing – Galiya S. Nuralieva, Galina V. Nekludova, Viliya V. Gaynitdinova, Natalya A. Tsareva, Zamira M. Merzhoeva, Natalia V. Trushenko, Zelimkhan G. Berikkhanov, Anna E. Shmidt, Olga A. Suvorova, Fatima T. Kurkueva, Sergey N. Avdeev, Anastasia A. Bolotskaia, Sergey N. Avdeev

Editing – Sergey N. Avdeev, Galiya S. Nuralieva, Galina V. Nekludova

Approval of the final version of the article – Sergey N. Avdeev

Информация об авторах:

Нуралиева Галия Сериковна, к.м.н., доцент кафедры пульмонологии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; научный сотрудник лаборатории интенсивной терапии и дыхательной недостаточности, Научно-исследовательский институт пульмонологии Федерального медико-биологического агентства; 115682, Россия, Москва, Ореховый бульвар, д. 28; <https://orcid.org/0000-0002-4726-4906>; galiya32@yandex.ru

Шмидт Анна Евгеньевна, ассистент кафедры пульмонологии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; <https://orcid.org/0000-0002-1314-0091>; a_e_schmidt@mail.ru

Неклюдова Галина Васильевна, д.м.н., профессор кафедры пульмонологии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; ведущий научный сотрудник лаборатории функциональных и ультразвуковых методов исследования, Научно-исследовательский институт пульмонологии Федерального медико-биологического агентства; 115682, Россия, Москва, Ореховый бульвар, д. 28; <https://orcid.org/0000-0002-9509-0867>; nekludova_gala@mail.ru

Гайнитдинова Вилия Вилевна, д.м.н., профессор кафедры пульмонологии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; <https://orcid.org/0000-0002-5999-2150>; ivv_08@mail.ru

Царева Наталья Анатольевна, к.м.н., доцент кафедры пульмонологии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; научный сотрудник лаборатории интенсивной терапии и дыхательной недостаточности, Научно-исследовательский институт пульмонологии Федерального медико-биологического агентства; 115682, Россия, Москва, Ореховый бульвар, д. 28; <https://orcid.org/0000-0001-9357-4924>; n_tsareva@mail.ru

Мерзоева Замира Магомедовна, к.м.н., доцент кафедры пульмонологии, заведующая отделением пульмонологии Университетской клинической больницы №4, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; <https://orcid.org/0000-0002-3174-5000>; zamira.merzhoeva@bk.ru

Чикина Светлана Юрьевна, к.м.н., доцент кафедры пульмонологии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; <https://orcid.org/0000-0002-5536-9388>; svch@list.ru

Трушенко Наталья Владимировна, к.м.н., доцент кафедры пульмонологии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; научный сотрудник клинической лаборатории, Научно-исследовательский институт пульмонологии Федерального медико-биологического агентства; 115682, Россия, Москва, Ореховый бульвар, д. 28; <https://orcid.org/0000-0002-0685-4133>; trushenko.natalia@yandex.ru

Берикханов Зелимхан Гези-Махмаевич, к.м.н., доцент кафедры госпитальной хирургии №2 Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; <https://orcid.org/0000-0002-4335-3987>; berikkhanov_z_g@staff.sechenov.ru

Суворова Ольга Александровна, ассистент кафедры пульмонологии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; <https://orcid.org/0000-0001-9661-7213>; Olga.a.suvorova@mail.ru

Куркиева Фатима Тамирлановна, ординатор кафедры пульмонологии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; <https://orcid.org/0000-0001-7616-1239>; Kurkievafatima-1999@yandex.ru

Авдеев Иван Сергеевич, студент Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; <https://orcid.org/0000-0002-2070-3497>; ivan.avdeev@list.ru

Болотская Анастасия Александровна, студент института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; <https://orcid.org/0000-0002-5867-1152>; NastasiaBolotskaia@mail.ru

Авдеев Сергей Николаевич, академик РАН, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой пульмонологии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; руководитель клинического отдела, Научно-исследовательский институт пульмонологии Федерального медико-биологического агентства; 115682, Россия, Москва, Ореховый бульвар, д. 28; <https://orcid.org/0000-0002-5999-2150>; serg_avdeev@list.ru

Information about the authors:

Galiya S. Nuralieva, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Pulmonology, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; Researcher at the Laboratory of Intensive Therapy and Respiratory Failure, Research Institute for Pulmonology of the Federal Medical Biological Agency; 8, Orekhovy Boulevard, Moscow, 115682, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-4726-4906>; galia32@yandex.ru

Anna E. Shmidt, Assistant of the Pulmonology Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-1314-0091>; a_e_schmidt@mail.ru

Galina V. Nekludova, Dr. Sci. (Med.), Professor of Pulmonology, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; Leading Researcher of the Laboratory of Functional and Ultrasound Research Methods, Research Institute for Pulmonology of the Federal Medical Biological Agency; 8, Orekhovy Boulevard, Moscow, 115682, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9509-0867>; nekludova_gala@mail.ru

Viliya V. Gaynitdinova, Dr. Sci. (Med.), Professor of Pulmonology Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-9928-926X>; ivv_08@mail.ru

Natalya A. Tsareva, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Pulmonology, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; Researcher at the Laboratory of Intensive Therapy and Respiratory Failure, Research Institute for Pulmonology of the Federal Medical Biological Agency; 8, Orekhovy Boulevard, Moscow, 115682, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-9357-4924>; n_tsareva@mail.ru

Zamira M. Merzhoeva, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Pulmonology, Head of the Department of Pulmonology of the University Clinical Hospital No. 4; Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-3174-5000>; zamira.merzhoeva@bk.ru

Svetlana Yu. Chikina, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Pulmonology, Head of the Department of Pulmonology of the University Clinical Hospital No. 4; Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5536-9388>; svch@list.ru

Natalia V. Trushenko, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Pulmonology, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; Researcher at the Clinical Laboratory, Research Institute for Pulmonology of the Federal Medical Biological Agency; 8, Orekhovy Boulevard, Moscow, 115682, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-0685-4133>; trushenko.natalia@yandex.ru

Zelimkhan G. Berikkhanov, Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-4335-3987>; berikkhanov_z_g@staff.sechenov.ru

Olga A. Suvorova, Assistant of the Pulmonology Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-9661-7213>; Olga.a.suvorova@mail.ru

Fatima T. Kurkueva, Resident of the Pulmonology Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-7616-1239>; Kurkievafatima-1999@yandex.ru

Ivan S. Avdeev, Student of the N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-2070-3497>; ivan.avdeev@list.ru

Anastasia A. Bolotskaia, Student of the N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5867-1152>; NastasiaBolotskaia@mail.ru

Sergey N. Avdeev, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Pulmonology Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; Head of the Clinical Department, Research Institute for Pulmonology of the Federal Medical Biological Agency; 8, Orekhovy Boulevard, Moscow, 115682, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5999-2150>; serg_avdeev@list.ru