



Воздействие реабилитации на кислотно-щелочное состояние крови у пациентов с COVID-19 в отделении реанимации: рандомизированное исследование

Хасаншин В.Т.^{1,2,*}, Сабирьянова Е.С.¹, Багин В.А.^{1,2}, Бельский Д.В.²

¹ Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия

² Городская клиническая больница № 40 город Екатеринбург, Екатеринбург, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. Необходимость разработки эффективного комплекса реабилитации пациентов с острой вирусной пневмонией в условиях отделения реанимации (первый этап реабилитации).

ЦЕЛЬ. Оценить воздействие реабилитационных мероприятий на кислотно-щелочное состояние крови и уровень оксигенации пациентов с новой коронавирусной инфекцией в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В работе был проведен анализ полученных данных 108 пациентов с подтвержденным ПЦР-тестом на новую коронавирусную инфекцию, проходивших лечение в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) не менее 7 дней. Оценивалось состояние пациентов по сатурации крови (SpO_2), проводился анализ кислотно-щелочного состояния крови (КЩС), реакция среды крови (рН).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. В исследовании выявлена статистическая значимая разница по показателям SpO_2 на 5-й и 7-й день $p < 0,05$. По показателям КЩС основанию рН статистической значимой разницы не было выявлено, по pCO_2 на 1-е, 3-и, 4-е и 6-е сутки при $p < 0,05$, по показателям HCO_3 в течении 6 дней, кроме 5 суток $p < 0,05$. В группе с применением минимальных реабилитационных мероприятий силами медицинских работников статистически значимое влияние не выявлено, в группе с применением лечебной физической культуры повышение по показателю pCO_2 с 33,01 до 37,18 мм. рт. ст. при $p < 0,05$ и в группе с применением звуковой гимнастики повышение по показателю сатурации крови с 93,6 % до 95,03 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. На основе анализа полученных данных, мы пришли к выводу, что раннее начало реабилитации и мобилизации пациентов с новой коронавирусной инфекцией статистически значимо увеличивает сатурацию крови, а также проявляется в стабилизации показателей кислотно-щелочного состояния крови, что приводит к уменьшению последствий декомпенсации и воздействию метаболических нарушений на организм пациента и в свою очередь, может повлиять на исход заболевания и продолжительность нахождения пациента в ОРИТ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: первый этап реабилитации, новая коронавирусная инфекция, кислотно-щелочное состояние крови, реанимация

Для цитирования / For citation: Хасаншин В.Т., Сабирьянова Е.С., Багин В.А., Бельский Д.В. Воздействие реабилитации на кислотно-щелочное состояние крови у пациентов с COVID-19 в отделении реанимации: рандомизированное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2025; 24(2):140–149. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-2-140-149> [Khasanshin V.T., Sabiryanova E.S., Bagin V.A., Belskii D.V. The Impact of Rehabilitation on the Aced-Base State of Blood of Patients with COVID-19 in the Intensive Care Unit: a Randomized Trial. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(2):140–149. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-2-140-149> (In Russ.).]

*Для корреспонденции: Хасаншин Вадим Тагирович, E-mail: vadim_hasan@mail.ru

Статья получена: 05.09.2024
Статья принята к печати: 14.11.2024
Статья опубликована: 16.04.2025

The Impact of Rehabilitation on the Aced-Base State of Blood of Patients with COVID-19 in the Intensive Care Unit: a Randomized Trial

 Vadim T. Khasanshin^{1,2,*},  Elena S. Sabiryanova¹,  Vladimir A. Bagin^{1,2},
 Dmitrii V. Belskii²

¹ Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, Russia

² City Clinical Hospital No. 40 Yekaterinburg, Yekaterinburg, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. The need to develop an effective rehabilitation complex for patients with acute viral pneumonia in the intensive care unit (the first stage of rehabilitation).

AIM. To assess the impact of rehabilitation measures on the acid-base state of the blood and the level of oxygenation of patients with a new coronavirus infection in the intensive care unit.

MATERIALS AND METHODS. The work analyzed the data obtained from 108 patients with a confirmed PCR test for a new coronavirus infection who were treated in the intensive care unit (ICU) for at least 7 days.

RESULTS AND DISCUSSION. The condition of the patients was assessed by blood saturation (SpO_2), the analysis of the acid-base state of the blood (CSF), the reaction of the blood medium (pH), the partial pressure of carbon dioxide in the blood (pCO_2) was carried out, from 33.01 to 37.18 mmHg at $p < 0.05$ and in the group with the use of sound gymnastics, an increase in blood saturation from 93.6 % to 95.03 %.

CONCLUSION. Based on the analysis of the data obtained, we came to the conclusion that the early start of rehabilitation and mobilization of patients with a new coronavirus infection statistically significantly increases blood saturation, and also manifests itself in stabilization of the acid-base state of the blood, which leads to a decrease in the effects of decompensation and the effects of metabolic disorders on the patient's body and, in turn, may affect the outcome diseases and the duration of the patient's stay in the ICU.

KEYWORDS: the first stage of rehabilitation, a new coronavirus infection, acid-base blood condition, intensive care

For citation: Khasanshin V.T., Sabiryanova E.S., Bagin V.A., Belskii D.V. The Impact of Rehabilitation on the Aced-Base State of Blood of Patients with COVID-19 in the Intensive Care Unit: a Randomized Trial. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(2):140–149. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-2-140-149> (In Russ.).

***For correspondence:** Vadim T. Khasanshin, E-mail: vadim_hasan@mail.ru

Received: 05.09.2024

Accepted: 14.11.2024

Published: 16.04.2025

ВВЕДЕНИЕ

Новая коронавирусная инфекция стала причиной того, что врачи всего мира оказались в ситуации, когда оказывать помощь пациентам было необходимо, несмотря на отсутствие опыта работы с данной патологией. Вместе с тем, медицина в современном мире должна быть направлена не только на сохранение жизни больного, но и максимально возможного ее качества, что обуславливает необходимость проведения, в том числе и реабилитационных мероприятий [1]. В нашей стране были разработаны «Временные методические рекомендации «Медицинская реабилитация при новой коронавирусной инфекции»» от 31.07.2020¹ [2], которые впоследствии претерпели несколько редакций. Значимость физической реабилитации для пациентов с данной патологией, находящихся в условиях реанимации, подчеркивается и в публикациях зарубежных авторов [2–6]. Ими проведена оценка эффективности пропозicionирования у пациентов с новой коронавирусной

инфекцией, находящихся на искусственной вентиляции легких (ИВЛ) в ОРИТ [8, 9]. Применение упражнений с глубоким дыханием повышает показатель сатурации крови кислородом, качество жизни пациентов с COVID-19, способствуя снижению выраженности одышки и тревожности, а также сокращаются сроки пребывания в стационаре у пациентов, которые применяли упражнения на глубокое дыхание по мнению Öner Cengiz H. et al. [4]. Анализ опыта работы с пациентами с новой коронавирусной инфекцией, накопленного в период пандемии 2020–2022 гг., позволит в дальнейшем рационально использовать его в работе.

ЦЕЛЬ

Выявить влияние реабилитационных мероприятий на кислотно-щелочное состояние крови и уровень оксигенации у пациентов с подтвержденным ПЦР-тестом на новую коронавирусную инфекцию в отделении реанимации и интенсивной терапии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В данное исследование были включены 108 пациентов в возрасте 60–75 лет с подтвержденным ПЦР-тестом на новую коронавирусную инфекцию, проходивших лечение в отделениях ОРИТ не менее 7 дней на базе ГАУЗ Свердловской области «Городская клиническая боль-

¹ Министерство здравоохранения Российской Федерации. Временные методические рекомендации при новой коронавирусной инфекции версия 2 от 31 июля 2020 г. Доступно на: https://edu.rosminzdrav.ru/fileadmin/user_upload/specialists/COVID-19/dop-materials/VMR_medreabilitacija_COVID_versija2.pdf (Дата обращения 01.09.2024)

ница № 40 город Екатеринбург» с 2020 г. по 2022 г. Пациенты, поступающие в отделение ОРИТ распределялись в зависимости от наполнения коечного фонда отделения, а не тяжести течения заболевания [10].

Группа контроля включала 29 пациентов, проводилось пронпозиционирование не менее 12 часов в сутки, перкуссионный массаж силами медицинского персонала отделения реанимации.

В группу сравнения вошли 40 пациентов, реабилитационные мероприятия в ней проводились 2 раза в сутки (физическая реабилитация) специалистами мультидисциплинарной реабилитационной команды (МДРК), в которую входили врач анестезиолог реаниматолог и инструктор-методист по лечебной физической культуре и включали пронпозиционирование, перкуссионный массаж, общеукрепляющую гимнастику с элементами дыхательных упражнений, согласно методическим рекомендациям [6].

Основную группу составили 39 пациентов, реабилитационные мероприятия в ней проводились с использованием разработанного нами комплекса, включающего физическую реабилитацию, в том числе методику звуковой гимнастики для увеличения дренирования легочной ткани и занятия с клиническим психологом.

Критерии исключения

Критериями исключения являлось нахождение в ОРИТ меньше 7 дней.

Все пациенты, находились в отделении реанимации и анестезиологии в тяжелом или крайне-тяжелом состоянии, перед проведением реабилитационных мероприятий оценивалось кислотно-щелочное состояние крови и уровень оксигенации, проводилась оценка наличия «СТОП-сигналов» для проведения физической реабилитации. Во время проведения занятий осуществлялся мониторинг артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений (ЧСС), сатурации крови (SpO₂) пациентов, при появлении первых признаков нарастания острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС) занятие прекращалось и возобновлялось лишь в случае отсутствия угрозы дальнейшего ухудшения состояния пациента.

Ежедневно результаты заносились в протокол по показателям: сатурации крови (SpO₂), в процентах, реакции среды крови (pH), в моль/л, парциального давления углекислого газа в крови (pCO₂) в миллиметрах ртутного столба, концентрация ионов (HCO₃) в ммоль/л.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 2 представлены показатели сатурации крови пациентов с новой коронавирусной инфекцией в первые и седьмые сутки пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии под воздействием реабилитационных мероприятий.

Как видно из таблицы 2, до начала реабилитации и по ее окончании показатель сатурации крови был в границах нормальных значений (SpO₂ выше 90 %) у всех пациентов, принявших участие в исследованиях. При сравнении средних значений сатурации крови в группах в первый день и седьмой выявлена статистически значимое изменение в группе с применением звуковой гимнастики (p < 0,05).

Реабилитационные мероприятия с применением звуковой гимнастики способствуют облегчению отхождения мокроты и выведения ее из легочной ткани в результате создаваемой вибрации. Освобождение бронхиального дерева и альвеол, приводит к улучшению вентиляции легких и нормализации газообмена, осуществляется профилактика застойных явлений.

На рисунке 1 представлены показатели сатурации крови пациентов основной, контрольной и группы сравнения после выполнения комплекса реабилитационных мероприятий в течение семи дней.

Как видно из рисунка 1, в контрольной группе средний показатель на протяжении всего периода исследования ниже чем в основной группе и группе сравнения. На пятый день у пациентов основной группы отмечается рост показателя сатурации крови, который достигает максимума на 7-е сутки, тогда как в контрольной группе и группе сравнения имеет место его снижение (p < 0,05). На 7-й день в контрольной группе отмечается некоторое снижение значения показателя сатурации крови (p > 0,05) в сравнении с первым днем, в то время, как в основной группе и группе сравнения он повышается (p < 0,05). Важно отметить, что у пациентов основной группы на 7-й день зафиксировано максимальное значение данного показателя, что, на наш взгляд, свидетельствует о накопительном эффекте реабилитационных мероприятий в результате улучшения дренирования легочной ткани.

В таблице 3 представлены показатели реакции среды крови (pH) пациентов с новой коронавирусной инфекцией в первые и седьмые сутки пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии под воздействием реабилитационных мероприятий.

Таблица 1. Исходные данные в группах
Table 1. Initial data in groups

Группа / Group	Средний возраст / Average age	Мужчины / Men	Женщины / Women	Астма / Asthma	Сахарный диабет / Diabetes mellitus
Основная группа (n = 39) / Main group (n = 39)	67,87 ± 4,06	19 (41,38%)	20 (58,62%)	1 (2,56%)	11 (28,21 %)
Группа сравнения (n = 40) / Comparison group (n = 40)	66,5 ± 3,5	27 (67,5 %)	13 (32,5 %)	2 (5 %)	8 (20 %)
Контрольная группа (n = 29) / Control group (n = 29)	68,5 ± 4,73	16 (55,17 %)	13 (44,83 %)	1 (3,45 %)	12(41,38 %)

Таблица 2. Показатели сатурации крови (SpO₂) у пациентов с новой коронавирусной инфекцией в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии под воздействием реабилитации в процентах (%)
Table 2. Indicator of blood saturation (SpO₂) in patients with the new coronavirus in the intensive care unit and intensive care unit under the influence of rehabilitation, as a percentage (%)

Группа / Group	Исходно до реабилитации / Initially before rehabilitation	После реабилитации (1-й день) / After rehabilitation (day 1)	После реабилитации (7-й день) / After rehabilitation (day 7)	Уровень значимости 1 и 7 дней (p)** / Significance level of days 1 and 7 (p)**
Основная группа (n = 39) / Main ground (n = 39)	93,33 ± 2,08	93,60 ± 2,21	95,03 ± 2,07	p < 0,05
Группа сравнения (n = 40) / Comparison group (n = 40)	93,60 ± 2,2	93,33 ± 2,08	95,59 ± 1,78	p > 0,05
Контрольная группа (n = 29) / Control ground (n = 29)	93,48 ± 2,15	93,48 ± 2,15	93,34 ± 2,49	p > 0,05
Уровень значимости (p)* / The level of significance (p)*	p < 0,05	p > 0,05	p ^{к-о} < 0,005; p ^{к-с} < 0,001; p ^{о-с} > 0,20	

Примечание: * — статистическая значимость различия показателей в группах сравнения (критерий Манна Уитни), ** — статистическое значимое изменение при повторном исследовании по сравнению с исходными данными (критерий Манна Уитни). p^{к-о} — уровень значимости между контрольной и основной группами, p^{к-с} — уровень значимости между контрольной и группой сравнения, p^{о-с} — уровень значимости между основной и группой сравнения.
Note: * — statistical significance of the difference in indicator in the comparison groups (Mann Whitney criterion), ** — statistical significance change in the repeated study compared of initial data (Mann Whitney criterion). p^{к-о} — the level significance between the control and the main groups, p^{к-с} — the level significance between the control and the comparison group, p^{о-с} — the level significance between the main and the comparison group.

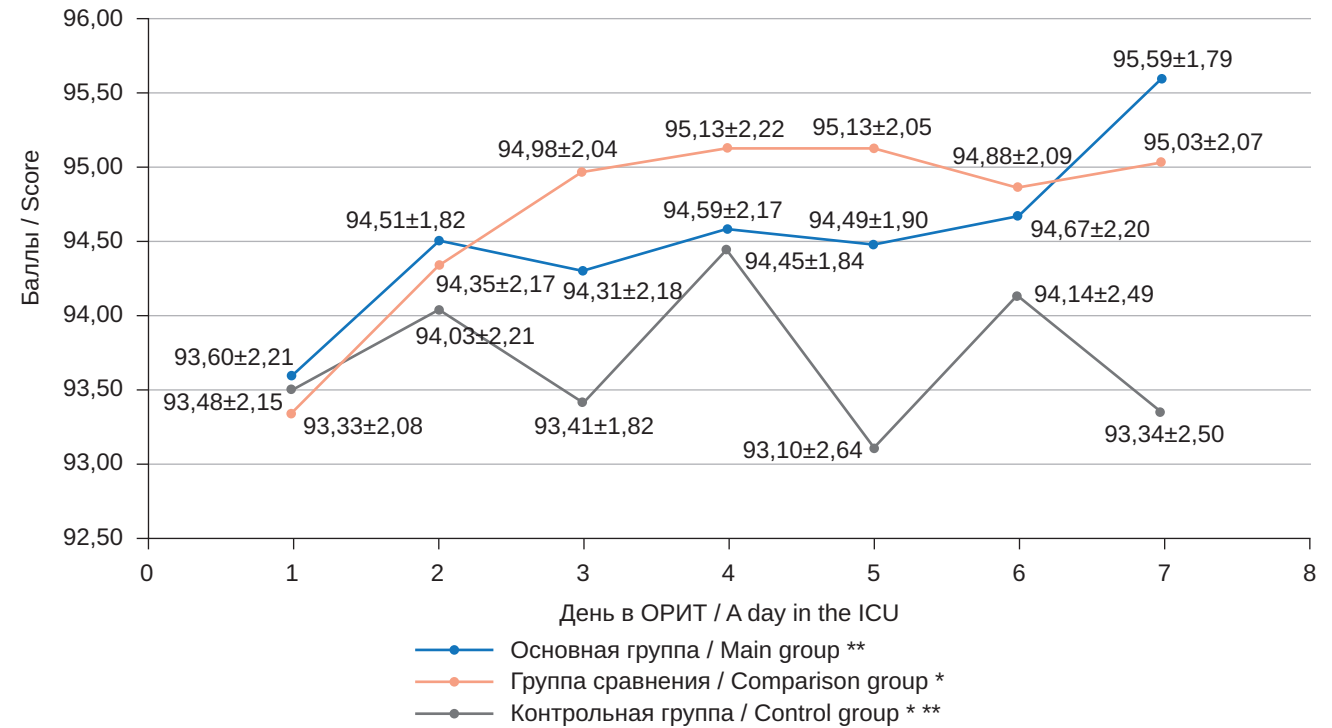


Рис. 1. Показатели сатурации крови пациентов основной, контрольной и группы сравнения после выполнения комплекса реабилитационных мероприятий в течение семи дней
Fig. 1. Indicator of blood saturation in patients of the main, control and comparison groups after performing a set of rehabilitation measures for seven days

Примечание: * — при сравнении показателей контрольной и группы сравнения выявлена статистическая значимость различий на 3, 5 и 7 сутки (p < 0,05), ** — при сравнении показателей контрольной и основной группы выявлена статистическая значимость различий на 3, 5 и 7 сутки (p < 0,05); ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии.
Note: * — when comparing the indicators of the control group and the comparison group, the statistical significance of the differences on days 3, 5 and 7 was revealed (p < 0.05), ** — when comparing the indicators of the control and the main group, the statistical significance of the differences on days 3, 5 and 7 was revealed (p < 0.05); ICU — intensive care unit.

Таблица 3. Показатели реакции среды крови (pH) пациентов с новой коронавирусной инфекцией в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии под воздействием реабилитации, моль/л
Table 3. Blood reaction parameters (pH) of patients with a new coronavirus infection in the intensive care unit and intensive care unit under the influence rehabilitation, mol/l

Группа / Group	Исходно до реабилитации / Initially before rehabilitation	После реабилитации (1-й день) / After rehabilitation (day 1)	После реабилитации (7-й день) / After rehabilitation (day 7)	Уровень значимости 1 и 7 дней (p)** / Significance level of days 1 and 7 (p)**
Основная группа (n = 40) / Main group (n = 40)	7,44 ± 0,05	7,45 ± 0,04	7,43 ± 0,08	p > 0,05
Группа сравнения (n = 39) / Comparison group (n = 39)	7,43 ± 0,04	7,44 ± 0,05	7,42 ± 0,04	p > 0,05
Контрольная группа (n = 29) / Control group (n = 29)	7,41 ± 0,07	7,41 ± 0,07	7,39 ± 0,11	p > 0,05
Уровень значимости (p)* / The level of significance (p)*	p > 0,05	p > 0,05	p ^{к-о} > 0,05; p ^{к-с} > 0,05; p ^{о-с} > 0,05	

Примечание: * — статистическая значимость различия показателей в группах сравнения (критерий Манна Уитни), ** — статистическое значимое изменение при повторном исследовании по сравнению с исходными данными (критерий Манна Уитни). p^{к-о} — уровень значимости между контрольной и основной группами, p^{к-с} — уровень значимости между контрольной и группой сравнения, p^{о-с} — уровень значимости между основной и группой сравнения.
Note: * — statistical significance of the difference in indicator in the comparison groups (Mann Whitney criterion), ** — statistical significance change in the repeated study compared of initial data (Mann Whitney criterion). p^{к-о} — the level significance between the control and the main groups, p^{к-с} — the level significance between the control and the comparison group, p^{о-с} — the level significance between the main and the comparison group.

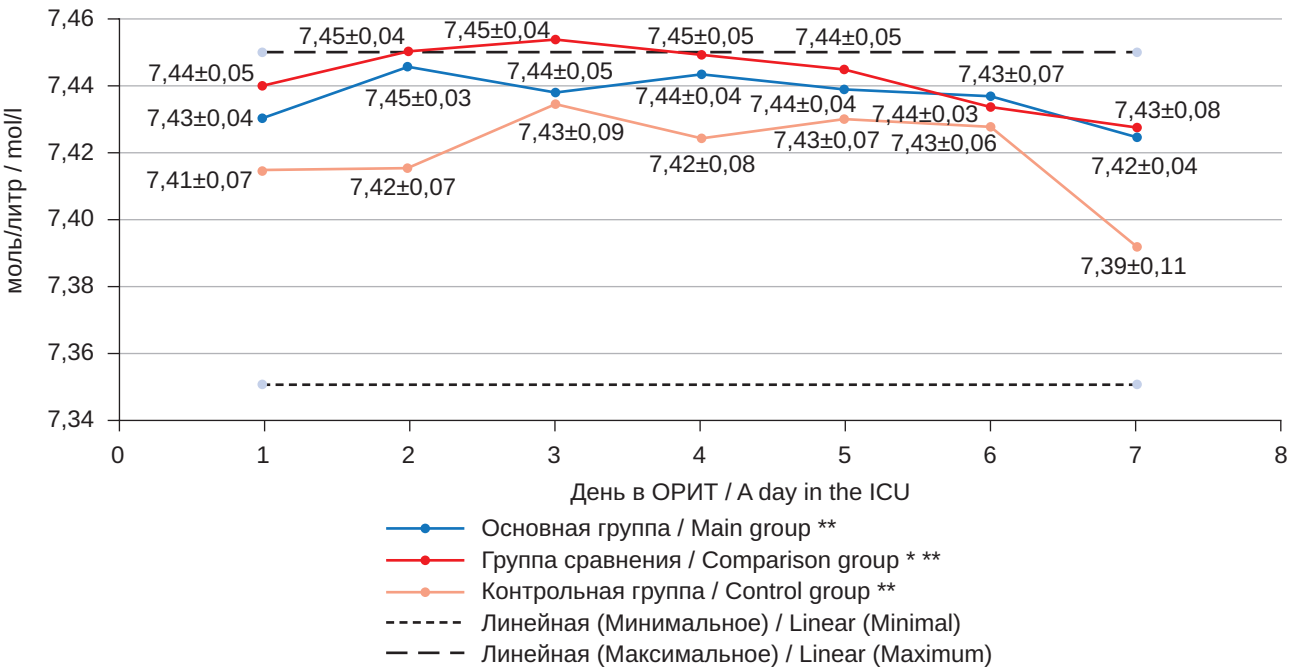


Рис. 2. Показатели реакции среды у пациентов основной, контрольной и группы сравнения после выполнения комплекса реабилитационных мероприятий в течение семи дней
Fig. 2. Environmental response indicators in patients of the main, control and comparison groups after performing a set of rehabilitation measures for seven days

Примечание: * — при сравнении показателей основной и группы сравнения выявлена статистическая значимость только в день поступления в отделения ОРИТ (p < 0,05), ** — при сравнении показателей контрольной и группы сравнения была выявлена статистическая значимость на 1-й и 2-й день (p < 0,05); ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии.
Note: * — when comparing the indicators of the main and comparison groups, statistical significance was revealed only on the day of admission to the ICU departments (p < 0.05), ** — when comparing the indicators of the control and comparison groups, statistical significance was revealed on days 1 and 2 (p < 0.05); ICU — intensive care unit.

Как видно из таблицы 3, до начала реабилитации и после ее окончания показатели реакции среды были в пределах нормальных значений (от 7,35 до 7,45 ммоль/л) в основной группе, группе сравнения и контрольной группе.

На рисунке 2 представлены показатели реакции среды у пациентов основной, контрольной и группы сравнения после выполнения комплекса реабилитационных мероприятий в течение семи дней.

Как видно из рисунка 2, у пациентов группы сравнения показатель реакции среды в первые четыре дня находился в верхней точке предела нормальных значений (равный 7,45 ммоль/л), что говорит о крайнем напряжении системы поддержания кислотно-щелочного состояния крови (КЩС), что, на наш взгляд может быть обусловлено низким уровнем адаптационных способностей организма. Однако, необходимо отметить, что показатель реакции среды не имеет статистически значимого отклонения при сравнении групп в первый день, вместе с тем, его средние значения находятся в пределах нормы распределения для данного показателя (7,35–7,45 ммоль/л).

В таблице 4 представлены показатели парциального давления углекислого газа ($p\text{CO}_2$) пациентов с новой коронавирусной инфекцией в первые и седьмые сутки пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии под воздействием реабилитационных мероприятий.

Как видно из таблицы 4, до начала реабилитации показатель парциального давления углекислого газа был ниже нормальных значений в контрольной группе — $30,15 \pm 5,15$ мм рт. ст., группе сравнения — $33,01 \pm 5,56$ мм рт. ст. и основной группе — $34,49 \pm 4,40$ мм рт. ст. По окончании исследования (на 7 день) показатель парциального давления углекислого газа достиг нормальных значений в группе сравнения — $37,18 \pm 9,37$ мм рт. ст. и в основной группе — $35,69 \pm 5,01$ мм рт. ст., тогда как в контрольной группе остался ниже нормы — $33,46 \pm 8,31$ мм рт. ст., однако статистически значимые изменения наблюдаются лишь в группе сравнения.

На рисунке 3 представлены показатели парциального давления углекислого газа у пациентов основной, контрольной и группы сравнения после выполнения комплекса реабилитационных мероприятий в течение семи дней.

Как видно из рисунка 3, в контрольной группе среднее значение показателя парциального давления углекислого газа на протяжении всех 7 дней ниже порога нормальных значений (35 мм. рт. ст.). В группе сравнения со вторых суток пребывания в ОРИТ отмечается рост данного показателя, а на 4-е он приходит в норму. В основной группе уже на вторые сутки показатель парциального давления углекислого газа возвращается в коридор нормальных значений (от 35 до 45 мм. рт. ст.).

Ранняя мобилизация способствует нормализации данного показателя, вместе с тем, звуковая гимнастика способствовала более быстрой нормализации акта дыхания и дренирования легочной ткани у пациентов основной группы, чем группы сравнения. Так же положительное воздействие могла оказать работа клинического психолога, учитывая тот факт, что она была направлена на нормализацию психоэмоционального состояния пациента, нормализацию акта дыхания, умень-

шение психомоторного возбуждения и профилактику панических атак.

В таблице 5 представлены показатели концентрации ионов (HCO_3^-) в первые и седьмые сутки пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии под воздействием реабилитационных мероприятий.

Как видно из таблицы 5, уже после проведения первого занятия показатель концентрации ионов в группе сравнения и основной группе достиг нормальных значений, тогда как в контрольной группе остался ниже нормы даже по окончании исследования.

На рисунке 4 представлены показатели концентрации ионов (HCO_3^-) у пациентов основной, контрольной и группы сравнения после выполнения комплекса реабилитационных мероприятий в течение семи дней.

Из рисунка 4 видно, что, в течение всех 7 дней в группе контроля показатель концентрации ионов (HCO_3^-) ниже нормы. В группе сравнения на 2 день однократно, данный показатель выходит из коридора нормальных значений (от 22 до 26 ммоль/л). В основной группе показатель концентрации ионов (HCO_3^-) находится в пределах нормы на всем промежутке времени исследования, что говорит о стабилизации состояния пациентов.

Проведенный анализ показателей (сатурации крови, реакции среды крови, парциального давления углекислого газа и концентрации ионов) свидетельствует о положительном влиянии реабилитационных мероприятий на восстановление газообмена в организме. Звуковая гимнастика, применяемая на раннем этапе реабилитации у пациентов, находящихся в отделении реанимации и анестезиологии (ОРИТ) на искусственной вентиляции легких (ИВЛ), неинвазивной вентиляции легких (НИВЛ) или высокопоточной оксигенотерапии улучшает газообмен в результате дренирования легочной ткани, увеличения жизненного объема легких (ЖЕЛ), включения дыхательной мускулатуры за счет переключения дыхания с грудного на диафрагмальное или с ключичного на диафрагмальное, что приводит к активизации всех групп мышц, участвующих в акте дыхания. Низкая концентрация кислорода в крови на протяжении длительного времени способствует угнетению дыхательного центра за счет включения компенсаторных механизмов, что приводит к нарушению паттернов дыхания. Компенсаторным механизмом при этом чаще всего является увеличение частоты дыхательных движений (ЧДД) и включение вспомогательной мускулатуры, наблюдается гипервентиляция верхних отделов легких, снижение проницаемости альвеол, проходимости бронхиального дерева в средних, нижних отделах с появлением застойных явлений, что подтверждается показателями насыщения крови кислородом в первые и седьмые сутки пребывания пациентов в ОРИТ (статистически значимые отличия в группе со звуковой гимнастикой — 2,26 %, а также увеличение на всем протяжении исследования показателя SpO_2).

Последовательное произнесение звуков или их сочетание приводит к созданию вибрации легочной ткани, которая увеличивает отхождение мокроты из альвеолярного мертвого пространства, бронхиального дерева, что увеличивает проницаемость альвеол и нормализует газообмен в легочной ткани и снижает концентрацию парциального давления углекислого газа в крови. Это видно по стабилизации показателя и нахождении его в пределах нормальных значений в течении пяти

Таблица 4. Показатели парциального давления углекислого газа (pCO₂) пациентов с новой коронавирусной инфекцией в первые и седьмые сутки пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии под воздействием реабилитационных мероприятий, мм рт. ст.

Table 4. Indicators of partial pressure of carbon dioxide (pCO₂) in patients with new coronavirus infection on the first and seventh days of stay in intensive care unit under the influence of rehabilitation measures, mmHG

Группа / Group	Исходно до реабилитации / Initially before rehabilitation	После реабилитации (1-й день) / After rehabilitation (day 1)	После реабилитации (7-й день) / After rehabilitation (day 7)	Уровень значимости 1 и 7 дней (p)** / Significance level of days 1 and 7 (p)**
Основная группа (n = 39) / Main group (n = 39)	34,49 ± 4,40	35,63 ± 3,74	35,69 ± 5,01	p > 0,05
Группа сравнения (n = 40) / Comparison group (n = 40)	33,02 ± 5,56	32,37 ± 4,52	37,18 ± 9,37	p < 0,05
Контрольная группа (n = 29) / Control group (n = 29)	30,15 ± 5,15	30,15 ± 5,15	33,46 ± 8,31	p > 0,05
Уровень значимости (p)* / The level of significance (p)*	p > 0,05	p > 0,05	p ^{к-с} > 0,05; p ^{к-о} > 0,05 p ^{с-о} > 0,05;	

Примечание: * — статистическая значимость различия показателей в группах сравнения (критерий Манна — Уитни), ** — статистическое значимое изменение при повторном исследовании по сравнению с исходными данными (критерий Манна — Уитни). p^{к-с} — уровень значимости между контрольной и группой сравнения, p^{к-о} — уровень значимости между контрольной и основной группами, p^{с-о} — уровень значимости между основной и группой сравнения.

Note: * — statistical significance of the difference in indicator in the comparison groups (Mann — Whitney criterion), ** — statistical significance change in the repeated study compared of initial data (Mann — Whitney criterion). p^{к-с} — the level significance between the control and the comparison group, p^{к-о} — the level significance between the control and the main groups, p^{с-о} — the level significance between the main and the comparison group.

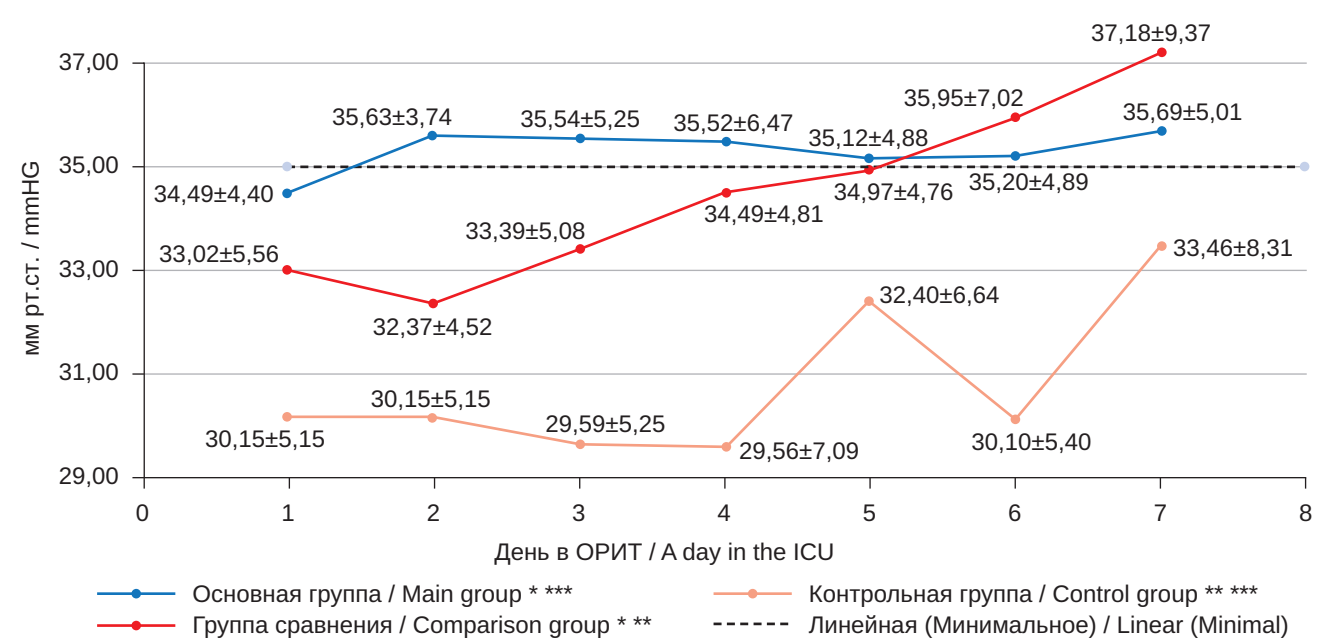


Рис. 3. Показатели парциального давления углекислого газа у пациентов основной, контрольной и группы сравнения после выполнения комплекса реабилитационных мероприятий в течение семи дней

Fig. 3. Indicators of partial pressure of carbon dioxide in patients of the main, control and comparison groups after performing a set of rehabilitation measures for seven days

Примечание: * — сравнение группы по pCO₂ сравнения и основной группе выявило статистическую значимость только в день поступления p < 0,05, ** — сравнение контрольной и группы сравнения статистическая значимость выявлена на 5-й и 6-й день при p < 0,05, *** — сравнение контрольной и основной группы статистическая значимость выявлена на 1-й, 3-й, 4-й и 6-й день пребывания в ОРИТ при p < 0,05); ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии.

Note: * — a comparison of the pCO₂ comparison group and main group revealed statistical significance only on the day of admission p < 0.05, ** — comparison of the control and the comparison group, statistical significance was revealed on days 5 and 6 at p < 0.05, *** — comparison of the control and main group, statistical significance was revealed on days 1,3,4 and 6 of ICU stay at p < 0.05); ICU — intensive care unit.

Таблица 5. Показатели концентрации ионов (HCO_3) в первые и седьмые сутки пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии под воздействием реабилитационных мероприятий, ммоль/л
Table 5. Indicator of ion concentration (HCO_3) on the first and seventh days of stay in the intensive care unit under the influence of rehabilitation measures, mmol/l

Группа / Group	Исходно до реабилитации / Initially before rehabilitation	После реабилитации (1-й день) / After rehabilitation (day 1)	После реабилитации (7-й день) / After rehabilitation (day 7)	Уровень значимости 1-го и 7-го дня (p)** / Significance level of days 1 and 7 (p)**
Основная группа ($n = 39$) / Main group ($n = 39$)	23,75 ± 3,19	23,80 ± 3,02	23,04 ± 3,20	$p > 0,05$
Группа сравнения ($n = 40$) / Comparison group ($n = 40$)	22,51 ± 3,39	22,96 ± 3,08	23,43 ± 3,21	$p > 0,05$
Контрольная группа ($n = 29$) / Control group ($n = 29$)	19,35 ± 3,69	19,35 ± 3,69	20,67 ± 5,23	$p > 0,05$
Уровень значимости (p)* / The level of significance (p)*	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p^{k-c} < 0,05$; $p^{k-o} < 0,05$; $p^{c-o} > 0,05$;	

Примечание: * — статистическая значимость различия показателей в группах сравнения (критерий Манна Уитни), ** — статистическое значимое изменение при повторном исследовании по сравнению с исходными данными (критерий Манна Уитни). p^{k-c} — уровень значимости между контрольной и группой сравнения, p^{k-o} — уровень значимости между контрольной и основной группами, p^{c-o} — уровень значимости между основной и группой сравнения.
Note: * — statistical significance of the difference in indicator in the comparison groups (Mann Whitney criterion), ** — statistical significance change in the repeated study compared of initial data (Mann Whitney criterion). p^{k-c} — the level significance between the control and the comparison group, p^{k-o} — the level significance between the control and the main groups, p^{c-o} — the level significance between the main and the comparison group.

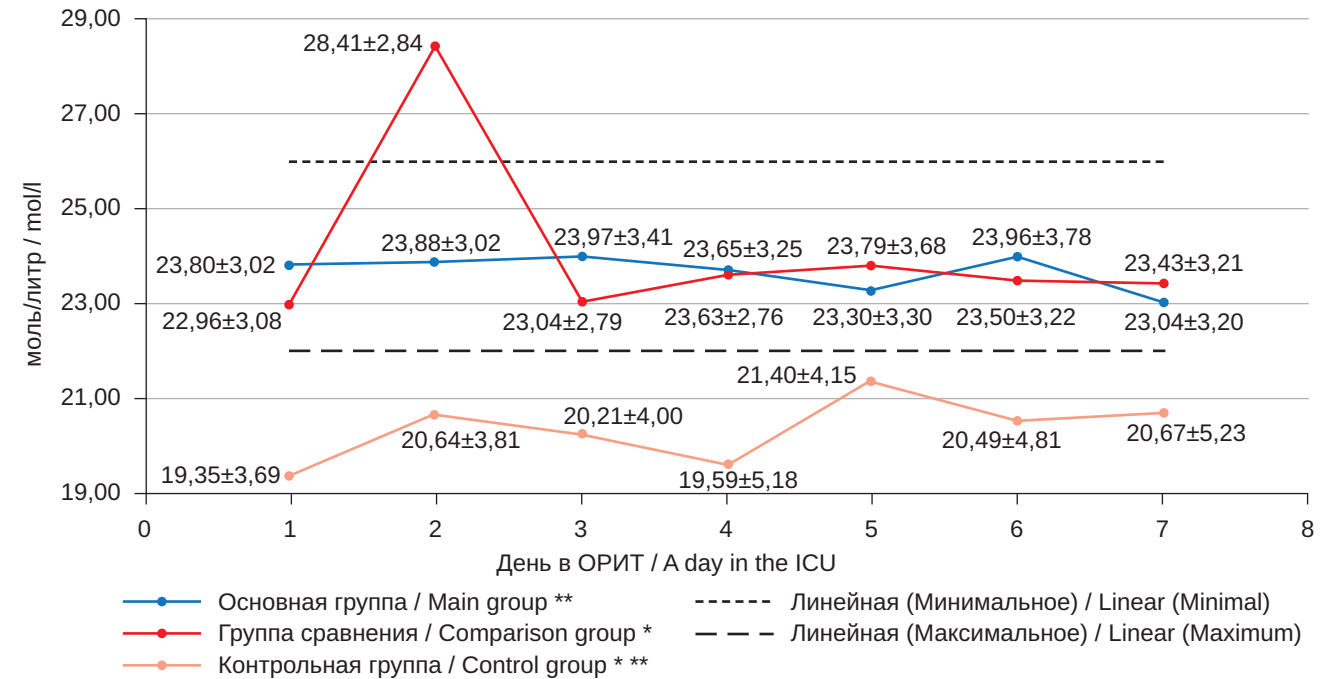


Рис. 4. Показатели концентрации ионов (HCO_3) у пациентов основной, контрольной и группы сравнения после выполнения комплекса реабилитационных мероприятий в течение семи дней
Fig. 4. Ion concentration indicators (HCO_3) in patients of the main, control and comparison groups, after completing a set rehabilitation measures of seven days

Примечание: * — при сравнении основной и группы сравнения статистическая значимость выявлена в течение всех 7 дней при $p < 0,05$, ** — при сравнении основной и контрольной группы статистическая значимость выявлена на протяжении всего исследования ($p < 0,05$), за исключением 5-го дня ($p > 0,05$); ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии.
Note: * — when comparing the main group and comparison group, statistical significance revealed during all 7 day when $p < 0.05$, ** — when comparing the main group and control group, statistical significance was revealed throughout the study $p < 0.05$, with the exception of day 5 ($p > 0.05$); ICU — intensive care unit.

дней до и после проведения реабилитационных мероприятий, а также при анализе сдвига в первые сутки наблюдается статистически значимое влияние звуковой гимнастики на парциальное давление углекислого газа в крови. Показатель парциального давления углекислого газа ($p\text{CO}_2$) в первые и седьмые сутки пребывания пациентов в ОРИТ статистически значимо изменяется ($p < 0,05$) у пациентов основной группы.

Переключение видов дыхания приводит к увеличению внутрибрюшного давления, что способствует улучшению циркуляции крови и проницаемости легочной ткани, положительно влияя на показатели концентрации ионов в крови, сбалансированность буферных процессов (на протяжении всего исследования находятся в пределах нормальных значений), правильность функционирования пищеварительной и мочевыделительной систем.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Хасаншин Вадим Тагирович, преподаватель-исследователь, Уральский государственный университет физической культуры; специалист по физической реабилитации, Городская клиническая больница № 40 город Екатеринбург. E-mail: vadim_hasan@mail.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2344-1752>

Сабирьянова Елена Сергеевна, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры спортивной медицины и физической реабилитации, Уральский государственный университет физической культуры.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4108-0698>

Багин Владимир Анатольевич, кандидат медицинских наук, доцент, заместитель главного врача по службе анестезиологии и реанимации, Городская клиническая больница № 40 город Екатеринбург; преподаватель кафедры анестезиологии, реаниматологии, токсикологии, Уральский государственный университет физической культуры.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5290-1519>

Бельский Дмитрий Владимирович, кандидат медицинских наук, заведующий отделением анестезиологии и реанимации № 4, Городская клиническая больница № 40 город Екатеринбург.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3085-3584>

Вклад авторов. Все авторы подтверждают свое авторство в соответствии с международными критериями ICMJE (все авторы внесли значительный вклад в концепцию, дизайн исследования и подготовку статьи, прочитали и одобри-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенные исследования показали, что раннее начало реабилитации и мобилизация пациентов с новой коронавирусной инфекцией в отделении реанимации и анестезиологии имеет влияние на показатель парциального давления углекислого газа в крови, что свидетельствует о включении адаптационных механизмов организма.

Дыхательная гимнастика с применением звуковой гимнастики способствует увеличению сатурации крови, стабилизации показателей КЩС и уровня оксигенации, уменьшая последствия декомпенсации и воздействия метаболических нарушений на организм пациента, что в свою очередь может повлиять на исход заболевания, продолжительность нахождения в ОРИТ и качество жизни пациентов с новой коронавирусной инфекцией.

ли окончательный вариант до публикации). Наибольший вклад распределен следующим образом: Хасаншин В.Т. — написание черновика, анализ данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и редактирование рукописи, проведение исследования, верификация данных; Сабирьянова Е.С. — написание и редактирование текста статьи, проверка и редактирование рукописи, курирование проектом, руководство проектом; Багин В.А. — методология, программное обеспечение, проведение исследования; Бельский Д.В. — обеспечение материалов для исследования, курация данных, проведение исследования.

Источники финансирования. Данное исследование не было поддержано никакими внешними источниками финансирования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этическое утверждение. Авторы заявляют, что все процедуры, использованные в данной статье, соответствуют этическим стандартам учреждений, проводивших исследование, и соответствуют Хельсинкской декларации в редакции 2013 года.

Информированное согласие. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию всей соответствующей медицинской информации, включенной в рукопись.

Доступ к данным. Данные, подтверждающие выводы этого исследования, можно получить по обоснованному запросу у корреспондирующего автора.

ADDITIONAL INFORMATION

Vadim T. Khasanshin, Research Teacher, Ural State University of Physical Culture; Physical Rehabilitation Specialist, City Clinical Hospital No. 40 Yekaterinburg.

E-mail: vadim_hasan@mail.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2344-1752>

Elena S. Sabiryanova, D.Sc. (Med.), Docent, Professor of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation, Ural State University of Physical Culture.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4108-0698>

Vladimir A. Bagin, Ph.D. (Med.), Docent, Deputy Chief Physician for the Service of Anesthesiology and Resuscitation, City Clinical Hospital No. 40 Yekaterinburg; Teacher at the

Department of Anesthesiology, Resuscitation, Toxicology, Ural State University of Physical Culture.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5290-1519>

Dmitrii V. Belskii, Ph.D. (Med.), Head of the Department of Anesthesiology and Reanimation No. 4, City Clinical Hospital No. 40 Yekaterinburg.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3085-3584>

Author Contributions. All authors confirm their authorship according to the international ICMJE criteria (all authors contributed significantly to the conception, study design and preparation of the article, read and approved the final version before publication). Special contributions: Khasanshin V.T. —

writing a draft, analyzing data, writing and editing the text of an article, conducting research, verifying data; Sabiryanova E.S. — writing and editing the text of the article, checking and editing the manuscript, project supervision, project management; Bagin V.A. — methodology, software, conducting research; Belskii D.V. — providing materials for research, curating data, conducting research.

Funding. This study was not supported by any external funding sources.

Disclosure. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Ethics Approval. The authors declare that all procedures used in this article are in accordance with the ethical standards of the institutions that conducted the study and are consistent with the 2013 Declaration of Helsinki.

Informed Consent for Publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information.

Data Access Statement. The data that support the findings of this study are available on reasonable request from the corresponding author.

Список литературы / References

1. Белкин А.А., Алашеев А.М., Белкин В.А. и др. Реабилитация в отделении реанимации и интенсивной терапии (РеаБИТ). Методические рекомендации Союза реабилитологов России и Федерации анестезиологов и реаниматологов. Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова. 2022; (2): 7–40. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2022-2-7-40> [Belkin A.A., Alasheev A.M., Belkin V.A., et al. Rehabilitation in the intensive care unit (RehabiCU). Clinical practice recommendations of the national Union of Physical and Rehabilitation Medicine Specialists of Russia and of the national Federation of Anesthesiologists and Reanimatologists. Annals of Critical Care. 2022; (2): 7–40. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2022-2-7-40> (In Russ.).]
2. Bell J., William Pike C., Kreisel C., et al. Predicting Impact of Prone Position on Oxygenation in Mechanically Ventilated Patients with COVID-19. J Intensive Care Med. 2022; 37(7): 883–889. <https://doi.org/10.1177/08850666221081757>
3. Kattainen S., Lindahl A., Vasankari T., et al. Lung function and exercise capacity 6 months after hospital discharge for critical COVID-19. BMC Pulm Med. 2022; 22(1): 243. <https://doi.org/10.1186/s12890-022-02023-w>
4. Öner Cengiz H., Ayhan M., Güner R. Effect of deep breathing exercise with Triflo on dyspnoea, anxiety and quality of life in patients receiving covid-19 treatment: A randomized controlled trial. J ClinNurs. 2022; 31(23–24): 3439–3453. <https://doi.org/10.1111/jocn.16171>
5. Perier F., Tuffet S., Maraffi T., et al. Effect of Positive End-Expiratory Pressure and Prone Positioning on Ventilation and Perfusion in COVID-19 Acute Respiratory Distress Syndrome. Am J RespirCrit Care Med. 2020; 202(12): 1713–1717. <https://doi.org/10.1164/rccm.202008-3058le>
6. Shelhamer M.C., Wesson P.D., Solari I.L., et al. Prone Positioning in Moderate to Severe Acute Respiratory Distress Syndrome Due to COVID-19: A Cohort Study and Analysis of Physiology. J Intensive Care Med. 2021; 36(2): 241–252. <https://doi.org/10.1177/0885066620980399>
7. Weblin J., Harriman A., Butler K., et al. Comparing rehabilitation outcomes for patients admitted to the intensive care unit with COVID-19 requiring mechanical ventilation during the first two waves of the pandemic: A service evaluation. Intensive Crit Care Nurs. 2023; 75: 103370. <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2022.103370>
8. Kollias A., Kyriakoulis K.G., Rapti V., et al. Prone Positioning in Patients With COVID-19: Analysis of Multicenter Registry Data and Meta-analysis of Aggregate Data. In Vivo. 2022; 36(1): 361–370. <https://doi.org/10.21873/in vivo.12711>
9. Jackson A., Neyroud F., Barnsley J., et al. Prone Positioning in Mechanically Ventilated COVID-19 Patients: Timing of Initiation and Outcomes. J Clin Med. 2023; 12(13): 4226. <https://doi.org/10.3390/jcm12134226>
10. Заболотских И.Б., Киров М.Ю., Лебединский К.М. и др. Анестезиолого-реанимационное обеспечение пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19. Методические рекомендации Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов». Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова. 2022; (1): 5–140. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2022-1-5-140> [Zabolotskikh I.B., Kirov M.Y., Lebedinskii K.M., et al. Anesthesia and intensive care for patients with COVID-19. Russian Federation of anesthesiologists and reanimatologists guidelines. Annals of Critical Care. 2022; (1): 5–140. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2022-1-5-140> (In Russ.).]