

УДК 616-092.11
DOI: 10.7868/S25000640220209

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ СОБЛЮДЕНИЯ PRONE-ПОЗИЦИИ ПАЦИЕНТАМИ С COVID-19

© 2022 г. Е.В. Вербицкий¹, В.Н. Горodin^{2,3}, С.В. Зотов^{2,3},
Б.В. Гауфман⁴, А.В. Ткачева⁴, В.А. Кабанец⁴

Аннотация. Проанализированы результаты апробации и обобщен опыт использования биологической обратной связи, применение которой ранее было отработано в сомнологической практике при осуществлении позиционной терапии для лечения нарушений ночного дыхания по типу обструктивного апноэ посредством оптимизации позиции пациентов во время лечения от инфекции COVID-19. Этим пациентам рекомендовано соблюдение prone-позиции (лицом вниз). Несоблюдение рекомендованной позиции при злоупотреблении supine-позицией (лицом вверх) ведет к ухудшению протекания заболевания. Однако если в дневное время медицинский персонал может проконтролировать соблюдение пациентами с COVID-19 prone-позиции, то ночью это не представляется возможным. Для обеспечения соблюдения prone-позиции пациентам прикрепляли миниатюрное устройство, подающее вибрационный сигнал в случае нарушения рекомендованной позиции. За счет выработки устойчивого условного рефлекса формировался полезный навык, исключая любые позы, кроме рекомендованной prone-позиции. При этом облегчалось соблюдение пациентами требований позиционной терапии, что положительно сказывалось на самочувствии больных, улучшало их физиологическое состояние и ускоряло выздоровление.

Ключевые слова: биологическая обратная связь, рекомендованная позиция пациента, вибрационный сигнал, исключение supine-позиции, условный рефлекс, полезный навык, самочувствие пациента, позиционная терапия.

USING BIOFEEDBACK TO MAINTAIN PRONE-POSITION IN PATIENTS WITH COVID-19

E.V. Verbitsky¹, V.N. Gorodin^{2,3}, S.V. Zotov^{2,3},
B.V. Gaufman⁴, A.V. Tkacheva⁴, V.A. Kabanets⁴

Abstract. The results of approbation are analyzed and the experience of biofeedback application which was earlier worked out in somnological practice in the course of positional therapy for treatment of obstructive apnea type breathing disorders by optimizing the patients' position during treatment for COVID-19 infection is summarized. These patients are advised to adhere to the face-down prone position. Failure to adhere to the recommended position when the supine position (face-up) is abused, invariably leads to a worsening of the course of the disease. However, while staff can monitor COVID-19 patients' compliance with the prone position during the day, it is not possible at night. Accordingly, in order to facilitate prone positions the patients

¹ Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук (Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41, e-mail: e_verbitsky@mail.ru

² Кубанский государственный медицинский университет (Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation), Российская Федерация, 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, e-mail: info@minobrнауки.gov.ru

³ Специализированная клиническая инфекционная больница (Specialized Clinical Infectious Diseases Hospital, Krasnodar, Russian Federation), Российская Федерация, 350015, г. Краснодар, ул. Митрофана Седина, 204, e-mail: mail@skib-krasnodar.ru

⁴ Лаборатория респираторного мониторинга «RM-lab» (Laboratory of respiratory monitoring "RM-lab", Krasnodar, Russian Federation), Российская Федерация, 350020, г. Краснодар, ул. Дзержинского, 8/1, e-mail: rm-lab@mail.ru

in the red zone were helped by a miniature device fixed on the chest by means of an elastic band and giving a vibration signal in case of violation of the recommended position. By developing a stable conditioned reflex, excluding any position other than the recommended prone position, the patients found it easier to observe the positioning therapy, which had a positive effect on the patients' well-being, their physiological state, and accelerated recovery from the COVID-19 disease.

Keywords: biofeedback, recommended patient position, vibration signal, supine-position exclusion, conditioned reflex, useful skill, patient's well-being, positional therapy.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ И ДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ

В медицине биологическая обратная связь (БОС) используется в терапии двигательных и других расстройств посредством предъявления пациенту сигналов об отклонении от рекомендованных поз, позиций, состояний, уровней активации или показателей биологических сред организма [1; 2]. При получении сигнала БОС пациент выполняет рекомендованные действия для нормализации ситуации. В простых случаях, связанных с необходимостью изменения позы по получении сигнала БОС, у пациента быстро (всего через несколько сочетаний) вырабатывается прочный условный рефлекс – основа образования полезного навыка, направленного на осуществление рекомендованного действия. После этого реализация образованного навыка происходит практически произвольно и не отвлекает пациента от выполнения других действий. Используемые в настоящее время пациентами для поддержания рекомендованных позиций сигналы БОС вырабатываются специализированными гаджетами, снабженными координатными датчиками, сенсорами ускорения и другими считывателями контролируемых величин. Указанные миниатюрные приборы обычно реализуются в виде брелоков, часов, кулонов и поясков.

Все это позволяет оценивать уровень двигательной активности пациентов, определять характер движений, сравнивать его с рекомендованными режимами и указывать на необходимость соблюдения требований позиционной терапии. Двигательная активность свойственна пациентам не только в течение дневного периода, она также регистрируется в ночное время. За ночь человек без нарушений здоровья, как правило, затрачивает на различные движения в общей сложности от 15 до 30 минут. Причем большие движения обычно связаны с изменением положения тела, а малые – с мелкой моторикой: подергиваниями пальцев, сокращением мимической мускулатуры, включая изменения ак-

тивности круговой мышцы рта, глазодвигательных и других небольших мышц лица.

Характер движений отражает физиологические процессы в организме, демонстрируя особенности протекания бодрствования днем и волнообразное чередование медленного и быстрого сна ночью [1]. При этом индивидуальные черты пациента проецируются на показатели двигательной активности, оптимизировать реализацию которой можно сигналами БОС [3; 4]. Так, в частности, замыкая БОС по движениям грудной клетки во сне, обеспечивающим изменение давления воздуха в верхних дыхательных путях для наполнения воздухом легких, становится возможным бороться с ночными нарушениями дыхания, развивающимися по типу остановки дыхания во сне или снижения амплитуды дыхательных движений, – апноэ – гипопноэ сна. На этом построена терапия нарушений дыхания во время ночного сна посредством применения приборов СИПАП-терапии, название которых образовано по первым буквам английских слов Continuous Positive Airway Pressure (постоянное положительное давление воздуха в дыхательных путях). Кроме того, пациентам с подобными нарушениями дыхания из-за анатомических особенностей гортани и верхних дыхательных путей не рекомендуется спать на спине. Для снижения вероятности остановки дыхания во сне им желательно спать на животе, то есть проводить ночь преимущественно в так называемой prone-позиции. В соответствии с этим на обеспечение prone-позиции у пациентов, страдающих апноэ сна, направлены усилия позиционной терапии.

Если на заре сомнологии для исключения иных позиций, кроме prone-позиции, пациентам рекомендовали на ночь надевать пижамы с теннисными шариками, зашитыми в карманах на спине и боках, то сейчас применяются более удобные современные технологии. В частности, разработаны миниатюрные устройства, располагаемые на теле пациентов с помощью эластичных поясков. Эти устройства непрерывно оценивают положение пациента

в постели и в случае нарушения рекомендованной prone-позиции замыкают БОС посредством подачи пациенту вибрационного сигнала. Поскольку у человека на вибрационный сигнал БОС стойкий условный рефлекс вырабатывается практически с одного-двух предъявлений, эффективность таких технологий в позиционной терапии нарушений дыхания во сне весьма высока. Главное это то, что использование БОС с вибрационным сигналом умеренной интенсивности с высокой вероятностью обеспечивает рекомендованную prone-позицию пациента, адаптированного к этим сигналам, не пробуждая его. Кроме того, такой метод не мешает спать соседу, если пациент в палате не один, и не создает помех для ночного сна в домашних условиях в том случае, когда супруги пользуются одной кроватью. В связи с этим указанный метод с БОС, обеспечивающий prone-позицию, получает все большее распространение в позиционной терапии при решении задач современной сомнологии.

На основании изложенного представляло интерес изучение возможности применения указанного сомнологического подхода для контроля соблюдения рекомендованной пациентам в острый период инфекционного процесса COVID-19 prone-позиции.

МЕТОДИКА ОБСЛЕДОВАНИЯ

Выполнено проспективное одноцентровое когортное наблюдение за 42 пациентами, поступившими в Специализированную клиническую инфекционную больницу г. Краснодара с диагнозом COVID-19 в 2021 г. По результатам оценки насыщения артериальной крови кислородом (прибор PulseOX 7500, производство «SPOmedical») все пациенты разделялись на две группы: основную и контрольную. Основную группу составил 21 пациент с индексом десатурации от 15 и выше. Контрольную группу образовали оставшиеся пациенты, которых отличал индекс десатурации ниже 15. В обеих группах выполняли стандартное обследование пациентов, а затем проводили лечение согласно рекомендациям Министерства здравоохранения РФ. Оценивали клиничко-рентгенологические, а также лабораторные данные, характеризующие протекание заболевания COVID-19.

Оптимизация положения тела пациентов производилась посредством БОС, которую создавал миниатюрный актиметр (Smart Cricket, производство «RM-lab»), закрепленный на груди с помощью

эластичного пояса. БОС реализовывалась следующим образом: прибор Smart Cricket подавал пациенту вибрационный сигнал в случае нарушения рекомендованной prone-позиции. В течение первых 3 суток после поступления пациентов производили актиметрическую оценку основной группы обследованных с БОС-поддержанием рекомендованной prone-позиции путем предъявления вибрационных сигналов. Так же в течение первых 3 суток записывали оценки актиметрии в контрольной группе, но оптимизация позиции пациентов посредством сигналов БОС в этой группе не проводилась. Эффективность БОС-оптимизации prone-позиции определяли статистически по достигаемым результатам: средней величине и коэффициенту вариации сатурации артериальной крови PsO_2 , индексу двигательной активности MAI, индексу изменения позы Pos/ч, индексу звука SAI. Помимо этого анализировали комплекс субъективных оценок состояния пациентов, включающий: индекс психологической устойчивости при помощи опросника PSI, индекс инсомнии (insomnia severity index) посредством опросника ISI, удовлетворенность сном (satisfaction with sleep) по опроснику SATED 14, степень нарушения жизнедеятельности (oswestry disability index) по опроснику ODI. Накопленные данные по основной и контрольной группам пациентов, а также результаты проведенного анкетирования обрабатывали с использованием платформы STATISTICA Base и электронных таблиц MICROSOFT Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Расположение актиметра на груди пациентов в острый период инфекционного процесса COVID-19, как правило, не вызывало для них неудобств ночью. Реагирование пациентов основной группы на предъявляемые им вибрационные сигналы при несоблюдении рекомендованной prone-позиции было высоким и достигало в среднем $97 \pm 0,2$ %.

На рисунке 1а показана нативная актиграмма пациента И., типичного представителя основной группы, при изменении в 1 ч 34 мин 41 с позы в постели с рекомендованной prone-позиции на supine-позицию (на спине). Несмотря на предъявление ему БОС вибрационных сигналов, он несколько раз старался занять промежуточное положение, оставаясь в положении на боку. При этом, как показано на рисунке 1б, десатурация артериальной крови достигла 73 %.

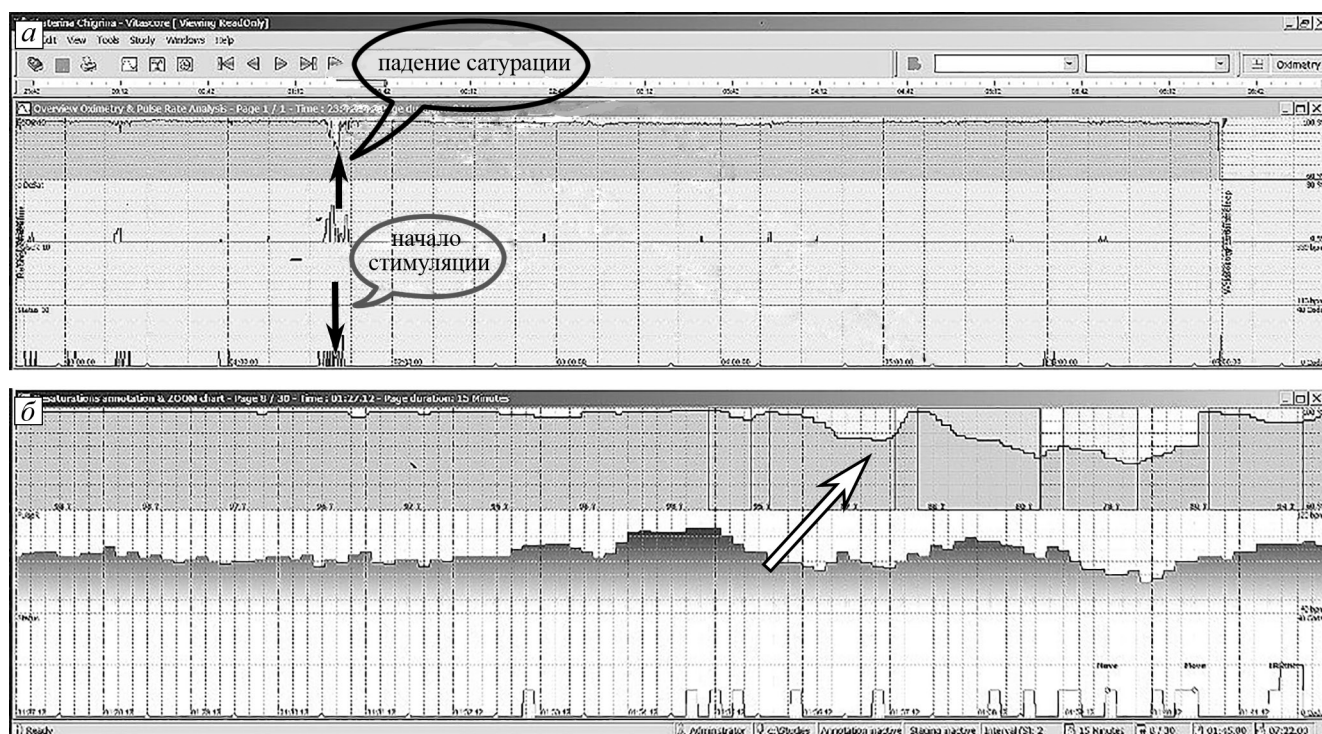


Рис. 1. Ночная актиграмма пациента И. с включением БОС для оптимизации положения тела и эпизодами десатурации артериальной крови (а) и 15-минутный эпизод актиграммы, демонстрирующий десатурацию артериальной крови (до 73 %) при попытках пациента И. избежать prone-позиции (б).

Fig. 1. Night actigram of patient I. with biofeedback activation to optimize body position and episodes of arterial blood desaturation (a) and a 15-minute actigram episode demonstrating arterial blood desaturation (up to 73%) when patient I. attempts to avoid prone position (b).

После попыток уйти от соблюдения рекомендованной позиции пациенту И. ничего не оставалось, как правильно прореагировать на сигнал БОС и занять рекомендованную prone-позицию. После этого сатурация его артериальной крови поднялась до уровня 94,1 %.

Другая попытка изменения положения тела на supine-позицию была предпринята пациентом И. позже, в 5 ч 18 мин 12 с. Однако однократное предъявление оптимизирующего сигнала БОС не позволило ему этого сделать. После вибрационного сигнала пациент вернулся к рекомендованной prone-позиции. Занятие им этой позиции не позволило сатурации артериальной крови упасть. Она сохранилась на уровне 94,3 %.

На рисунке 2 показаны результаты анализа положения тела пациентов в основной и контрольной группах. В основной группе применялась оптимизация позиции пациентов подачей вибрационных сигналов БОС и доминировала рекомендованная prone-позиция, в то время как встречаемость не рекомендованной supine-позиции была близка к нулю. Следует отметить, что пациенты этой группы проводили примерно одинаковое

время на левом (sinistram) и на правом (dextris) боку.

Иная картина наблюдалась среди пациентов контрольной группы. Здесь преобладала prone-позиция. Следующей по частоте встречаемости была supine-позиция, и ее встречаемость превышала показатели в основной группе. Встречаемость позиций пациентов на левом и правом боку в контрольной группе была близка к аналогичным цифрам основной группы (рис. 2). Различия в предпочтении пациентами позиций на левом или на правом боку, как и в основной группе, были незначительными.

Указанные результаты сравнения встречаемости позиций пациентов говорят о существенном преобладании prone-позиции в основной группе, то есть преимущества сомнологической оптимизации позиции пациентов оказались вполне очевидными. Далее предстояло выяснить, как оптимизация позиции пациентов влияет на объективные и субъективные показатели протекания острого периода инфекционного заболевания COVID-19. С этой целью было проведено статистическое сравнение средних уровней сатурации артериальной крови в тече-

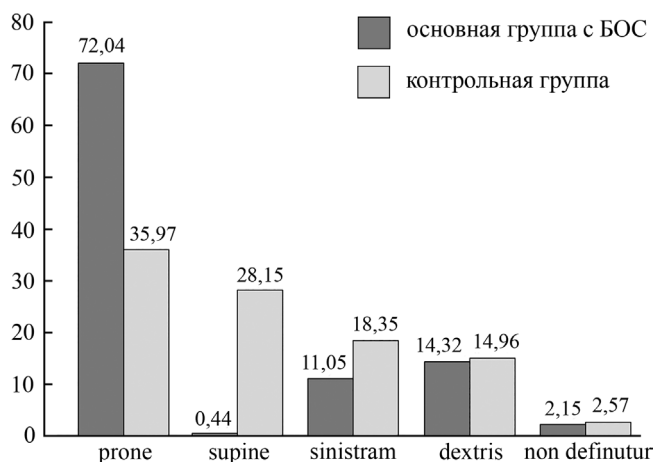


Рис. 2. Встречаемость позиций пациентов основной и контрольной групп, усредненная за дневной и ночной периоды наблюдений. Анализируемые позиции пациентов: prone – на животе, supine – на спине, sinistram – на левом боку, dextris – на правом боку, non definitur – не дифференцированные позиции. Числа над столбиками показывают среднюю встречаемость позиций пациентов.

Fig. 2. The occurrence of the positions of patients of the main and control groups, averaged over the day and night observation periods. Analyzed positions of patients: prone – on the stomach, supine – on the back, sinistram – on the left side, dextris – on the right side, non definitur – not differentiated positions. The numbers above the bars show the average occurrence of patient positions.

ние ночи у пациентов обеих сравниваемых групп (табл. 1). Этот показатель в основной группе был достоверно ($p \leq 0,05$) выше, чем в контрольной. Кроме того, судя по величинам ошибок средних арифметических, дисперсия, а значит, и разброс зафиксированных уровней сатурации, в контрольной группе были выше, чем в основной (табл. 1). Все это свидетельствует о положительном влиянии оптимизации позиции пациентов БОС в течение ночи на насыщение крови кислородом.

Помимо этого проведено сравнение данных субъективного контроля состояния пациентов в обеих группах (табл. 2). Пациенты основной группы достоверно ($p \leq 0,05$) меньше страдали от нарушений жизнедеятельности. Кроме того, их достоверно ($p \leq 0,05$) отличало от пациентов контрольной группы более высокое качество сна, меньшая склонность к инсомническим расстройствам и большая психологическая устойчивость. Таким образом, данные субъективного контроля состояния пациентов в основной и в контрольной группах показали положительное влияние оптимизации позиции пациентов посредством замыкания БОС.

Наиболее очевидно положительное влияние оптимизации позиции пациентов основной группы на улучшение оценки жизнедеятельности (ODI) и

на повышение степени удовлетворенности своим сном (SATED 14).

Кроме этого, весьма интересно было оценить взаимосвязь изменений индекса двигательной активности и индекса изменения позы с колебаниями сатурации артериальной крови. С этой целью оценивалась корреляция по коэффициенту Спирмена (табл. 3). Как оказалось, изменение индекса двигательной активности положительно коррелировало с индексом изменения позы, то есть усиление движений пациента способствовало изменению его позы рано или поздно. Слабую отрицательную связь продемонстрировали изменения индекса двигательной активности и изменения уровня насыщения артериальной крови кислородом. Сильную отрицательную связь показали изменения индекса изменения позы пациента и изменения уровня насыщения его артериальной крови кислородом. Возможно, это обусловлено перераспределением крови из пальцев рук к мышцам конечностей. Хотя не исключено, что причина этого проявления кроется также в погрешностях методики контроля сатурации крови посредством просвечивания капиллярного русла ногтевой пластинки.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные наблюдения за положением пациентов в кровати, а также сравнение результатов объективных и субъективных показателей выявили эффективность оптимизации позиций пациентов компьютерной БОС актиметром Smart Cricket. При отклонении от рекомендованной prone-позиции подача вибрационного сигнала давала понять пациенту, что необходимо возвращение в prone-позицию. Пациенты обучались реагировать на вибрационный сигнал БОС с первых предъявлений. Более того, сигналы БОС от актиметра Smart Cricket через несколько предъявлений перестают оказывать подбуживающий эффект. Поэтому глубина сна в большинстве случаев не нарушалась, что подтверждалось субъективными отчетами пациентов о повышении качества сна и о снижении инсомнических проблем [5]. Использование БОС в позиционной терапии доказало свою эффективность для соблюдения рекомендованной prone-позиции в период ночного сна у пациентов в острый период заболевания COVID-19 [6].

Что касается эффективности prone-позиции, впервые примененной Брайаном [7] в 1974 г. у боль-

Таблица 1. Сравнение усредненных величин сатурации артериальной крови (PsO₂) у пациентов основной и контрольной групп в течение ночи**Table 1.** Comparison of the average values of arterial blood saturation (PsO₂) in patients of the main and in the control groups during the night

Параметры Parameters	Средние значения PsO ₂ ± ошибка среднего Average values of PsO ₂ ± error of the average	
	Prone-позиция Prone-position	Supine-позиция Supine-position
Основная группа (с БОС) Main group (with biofeedback application)	94,36 ± 0,01	91,12 ± 0,01
Контрольная группа Control group	90,02 ± 0,08	89,07 ± 0,07
Сравнение по U-критерию Манна – Уитни Comparison by the Mann–Whitney U test	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$

Таблица 2. Сравнение средних величин показателей субъективного контроля состояния пациентов в основной и контрольной группах**Table 2.** Comparison of the average values of subjective control indicators of the patients' condition in the main and in the control groups

Параметры Parameters	Средние значения показателей Average values of the indicators			
	ODI	SATED 14	ISI	PSI
Основная группа (с БОС) Main group (with biofeedback application)	11,21 ± 1,74	6,42 ± 0,57	14,17 ± 1,23	8,61 ± 3,27
Контрольная группа Control group	18,48 ± 8,35	12,39 ± 1,04	19,43 ± 1,87	9,38 ± 2,51
Сравнение по U-критерию Манна – Уитни Comparison by the Mann–Whitney U test	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p > 0,05$

Примечание. ODI – степень нарушения жизнедеятельности; SATED 14 – степень удовлетворенности сном; ISI – индекс тяжести инсомнических расстройств; PSI – индекс психологической устойчивости.

Note. ODI – the degree of disability (Oswestry disability index); SATED 14 – the degree of satisfaction with sleep; ISI – the severity index of insomnia disorders (insomnia severity index); PSI – the index of psychological stability.

ных, находящихся на искусственной вентиляции легких для улучшения оксигенации, то сомнения в ней нет, хотя имеются разные точки зрения на физиологию процесса. В течение нескольких десятков лет интерес к prone-позиции только возрастает [5; 8], хотя до сих пор некоторые вопросы физиологии и клиники prone-позиции до сих пор остаются невыясненными. Нуждаются в уточнении физиологические механизмы, с помощью которых prone-позиция улучшает оксигенацию [9; 10]. Необходимо подбирать оптимальные условия ее применения, выяснять влияние на реализацию других функций организма.

В настоящее время большинство авторов придерживается мнения о том, что prone-позиция способствует уменьшению легочных осложнений [11], хотя при подсчете снижения легочных осложнений это не всегда очевидно. Причина заключается в том, что количество суток, проведенных без искусственной вентиляции легких, может также учитываться как число суток без пневмонии. Из-за этого возни-

кает путаница, снижающая точность оценивания влияния prone-позиции на уменьшение легочных осложнений [12; 13].

Несмотря на отсутствие убедительных исчерпывающих данных доказательной медицины о безусловности клинической значимости prone-позиции, она остается популярным методом лечения поражений легких. На это указывают сведения, полученные рядом авторов [14; 15] в клиниках Германии. Там в 86 % блоков интенсивной терапии практикуют prone-позицию, используя ее с лечебной целью в 58 % случаев, а с профилактической целью – в 18 %. Следует отметить также, что при этом 62 % клиник дают prone-позиции хорошую оценку, а 32 % – очень хорошую.

Что касается негативных результатов многоцентровых исследований, то, скорее всего, их причина кроется в попытке объединить вместе слишком разнородные группы пациентов [16; 17]. Вообще разносторонний опыт показывает, что при проведении

Таблица 3. Корреляция вариаций индекса двигательной активности MAI с индексом изменения позы Pos/ч и с колебаниями сатурации артериальной крови PsO₂

Table 3. Correlation of variations in the index of motor activity MAI, with the index of posture change Pos/h and with fluctuations in arterial blood saturation PsO₂

Показатели Indicators	MAI	Pos/ч Pos/h	PsO ₂
MAI		0,43 ± 0,07 p ≤ 0,05	-0,12 ± 0,01 p ≤ 0,05
Pos/ч Pos/h	0,43 ± 0,07 p ≤ 0,05		-0,51 ± 0,02 p ≤ 0,24
PsO ₂	-0,12 ± 0,01 p ≤ 0,05	-0,51 ± 0,02 p ≤ 0,05	

таких исследований необходим предварительный клинико-физиологический анализ, причем в ходе такого анализа необходимо тщательное дифференцирование. В частности, необходимо уточнение, каким именно пациентам, на какой стадии болезни, с какими ожидаемыми последствиями рекомендовано соблюдение рrone-позиции. Если этого не сделать, то доказать положительные результаты от соблюдения указанных рекомендаций вряд ли получится. Также без тщательной дифференциации всех обстоятельств течения заболевания трудно оценить эффективность рrone-позиции на ранних стадиях острого респираторного дистресс-синдрома, пока еще не развились необратимые поражения легких. Еще больше трудностей возникает при попытках оценки эффективности применения рrone-позиции в случаях респираторного дистресс-синдрома, обусловленного сепсисом.

Уточнение эффективности соблюдения рекомендованной рrone-позиции в этих и других случаях может быть достигнуто с использованием возможностей компьютерной цифровой актиметрии [10; 18], проводимой в режиме суточного монито-

ринга. Компьютерная актиметрия по соотношению мелких и корпоральных движений в ночное время может позволить отследить цикличность активационных процессов в нервной системе при чередовании легкого и глубокого сна в острый период заболевания COVID-19 [19]. А такая цикличность отражает колебания частоты разрядов инспираторных и экспираторных нейронов в продолговатом мозге, управляющих моторикой вдоха – выдоха и изменяющих характер дыхания в зависимости от позы пациента и от глубины сна [20]. Поэтому соблюдение рекомендованной рrone-позиции в острый период лечения от инфекции COVID-19 посредством замыкания БОС наиболее действенно с использованием цифровых компьютерных актиметров, позволяющих выявить индивидуально обусловленные особенности дыхания пациентов как в дневной, так и в ночной период. Построенная с учетом этого стратегия оптимизации позы пациента может быть наиболее действенной для соблюдения рекомендованной рrone-позиции в острый период заболевания COVID-19.

Применение подхода БОС-оптимизации позиции пациентов доказало эффективность его применения для выполнения требований, изложенных в рекомендациях Министерства здравоохранения Российской Федерации по соблюдению рrone-позиции в острый период инфекционного процесса COVID-19. Дальнейшее обобщение опыта использования компьютерной БОС по актиметрии может принести пользу в решении некоторых насущных вопросов по физиологии и клинике рrone-позиции.

Статья выполнена в рамках государственного задания ЮНЦ РАН на 2022 г. (00-22-10, № госрегистрации 122020100332-8).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Lustenberger C., Ferster L., Huwiler S., Brogli L., Werth E., Huber R., Karlen W. 2022. Auditory deep sleep stimulation in older adults at home: a randomized crossover trial. *Communications Medicine*. 2(30): 1215–1224. doi: 10.1038/s43856-022-00096-6
- Owens J.A., Dearth-Wesley T., Lewin D., Gioia G., Whitaker R.C. 2016. Self-Regulation and sleep duration, sleepiness, and chronotype in adolescents. *Pediatrics*. 138(6): e20161406. doi: 10.1542/peds.2016-1406
- Сон и тревожность. 2008. Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 338 с.
- Вербицкий Е.В. 2017. Взаимоотношения тревоги и сна в эксперименте и клинике. *Журнал неврологии и психиатрии* им. С.С. Корсакова. 117(4–2): 12–18. doi: 10.17116/jnevro20171174212-18
- Amato M.B.P., Barbas C.S.V., Medeiros D.M., Magaldi R.B., Schettino G.P.P., Lorenzi-Filho G., Kairalla R.A., Deheinzelin D., Munoz C., Oliveira R., Takagaki T.Y., Carvalho C.R.R. 1998. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N. Engl. J. Med.* 338: 347–354. doi: 10.1056/NEJM199802053380602
- Bryan A.C. 1974. Comments of a devil's advocate. *American Review of Respiratory Disease*. 110(6P2): 143–144.
- Власенко А.В., Остапченко Д.А., Закс И.О., Митрохин А.А., Марченков Ю.В., Мещеряков Г.Н. 2003. Применение проп-позиции у больных с острым паренхиматозным поражением легких в условиях респираторной поддержки. *Вестник интенсивной терапии*. 3: 3–8.

REFERENCES

8. Rizzo D., Libman E., Baltzan M., Fichten C., Bailes S. 2021. Impact of the COVID-19 pandemic on obstructive sleep apnea: recommendations for symptom management. *Journal of Clinical Sleep Medicine*. 17 (3): 429–434. doi: 10.5664/jcsm.8922
9. Bloomfield R., Noble D.W., Sudlow A. 2015. Prone position for acute respiratory failure in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 11: CD008095. doi: 10.1002/14651858.CD008095.pub2
10. Бочкарёв М.В., Коростовцева Л.С., Медведева Е.А., Свириев Ю.В. 2019. Метод актиграфии для оценки характеристик сна и ритма сон – бодрствование. *Профилактическая медицина*. 22(2): 95–100. doi: 10.17116/profmed20192202195
11. Curley M.A. 1999. Prone positioning of patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review. *Am. J. Crit. Care*. 8(6): 397–405. doi: 10.4037/ajcc1999.8.6.397
12. Reinprecht A., Greher M., Wolfsberger S., Dietrich W., Illievich U.M., Gruber A. 2003. Prone position in subarachnoid hemorrhage patients with acute respiratory distress syndrome: effects on cerebral tissue oxygenation and intracranial pressure. *Crit. Care Med*. 31(6): 1831–1838. doi: 10.1097/01.CCM.0000063453.93855.0A
13. Elharrar X., Trigui Y., Dols A., Touchon F., Martinez S., Prudhomme E., Papazian L. 2020. Prone positioning in nonintubated patients with COVID-19 and hypoxemic acute respiratory failure. *JAMA*. 323(22): 2336–2338. doi: 10.1001/jama.2020.8255
14. Curley M.A.Q., Hibberd P.L., Fineman L.D., Wypij D., Shih M.-C., Thompson J.E., Grant M.J.C., Barr F.E., Cvijanovich N.Z., Sorce L., Luckett P.M., Matthay M.A., Arnold J.H. 2005. Effect of prone positioning on clinical outcomes in children with acute lung injury: a randomized controlled trial. *JAMA*. 294(2): 229–237. doi: 10.1001/jama.294.2.229
15. Guerin C., Badet M., Rosselli S., Heyer L., Sab J.-M., Langevin B., Philit F., Fournier G., Robert D. 1999. Effects of prone position on alveolar recruitment and oxygenation in acute lung injury. *Intensive Care Med*. 25(11): 1222–1230. doi: 10.1007/s001340051050
16. Baacke M.G., Floren M., Ose C., Pessler F., Mann D., Stiletto R.J. 2003. Kinetic therapy in Germany: results of a randomized cross-sectional survey. *Critical Care*. 7(Suppl. 2): P171. doi: 10.1186/cc2060
17. Паренко С.В., Добрушина О.Р. 2008. *Интенсивная терапия острого респираторного дистресс-синдрома*. М., Медицина: 176 с.
18. Мельников А.Ю., Гауфман Б.В. 2016. Позиционная терапия синдрома обструктивного апноэ сна. В кн.: *Вторая российская научно-практическая конференция «Клиническая сомнология». Сборник материалов (Москва, 26–27 февраля 2016 г.)*. М.: 66–67.
19. Ehrmann S., Li J., Ibarra-Estrada M., Perez Y., Pavlov I., McNicholas B., Roca O., Mirza S., Vines D., Garcia-Salcido R., Aguirre-Avalos G., Trump M.W., Nay M.A., Dellamonica J., Nseir S., Mogri I., Cosgrave D., Jayaraman D., Masclans J.R., Laffey J.G., Tavernier E. 2021. Awake prone positioning for COVID-19 acute hypoxaemic respiratory failure: a randomized, controlled, multinational, open-label meta-trial. *The Lancet. Respiratory Medicine*. 9(12): 1387–1395. doi: 10.1016/S2213-2600(21)00356-8
20. Ковальзон В.М. 2022. *Нейробиология сна*. М., УРС: 223 с.
1. Lustenberger C., Ferster L., Huwiler S., Brogli L., Werth E., Huber R., Karlen W. 2022. Auditory deep sleep stimulation in older adults at home: a randomized crossover trial. *Communications Medicine*. 2(30): 1215–1224. doi: 10.1038/s43856-022-00096-6
2. Owens J.A., Dearth-Wesley T., Lewin D., Gioia G., Whitaker R.C. 2016. Self-Regulation and sleep duration, sleepiness, and chronotype in adolescents. *Pediatrics*. 138(6): e20161406. doi: 10.1542/peds.2016-1406
3. *Son i trevozhnost'.* [Sleep and anxiety]. Rostov-on-Don, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences: 338 p. (In Russian).
4. Verbitsky E.V. 2017. [Anxiety and sleep in experiment and clinic]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova*. 117(4–2): 12–18. (In Russian). doi: 10.17116/jnevro20171174212-18
5. Amato M.B.P., Barbas C.S.V., Medeiros D.M., Magaldi R.B., Schettino G.P.P., Lorenzi-Filho G., Kairalla R.A., Deheinzelin D., Munoz C., Oliveira R., Takagaki T.Y., Carvalho C.R.R. 1998. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N. Engl. J. Med*. 338: 347–354. doi: 10.1056/NEJM199802053380602
6. Bryan A.C. 1974. Comments of a devil's advocate. *American Review of Respiratory Disease*. 110(6P2): 143–144.
7. Vlasenko A.V., Ostapchenko D.A., Zaks I.O., Mitrokhin A.A., Marchenkov Yu.V., Meshcheryakov G.N. 2003. [The use of the pronation in patients with acute parenchymal lung lesion in conditions of respiratory support]. *Vestnik intensivnoy terapii*. 3: 3–8. (In Russian).
8. Rizzo D., Libman E., Baltzan M., Fichten C., Bailes S. 2021. Impact of the COVID-19 pandemic on obstructive sleep apnea: recommendations for symptom management. *Journal of Clinical Sleep Medicine*. 17(3): 429–434. doi: 10.5664/jcsm.8922
9. Bloomfield R., Noble D.W., Sudlow A. 2015. Prone position for acute respiratory failure in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 11: CD008095. doi: 10.1002/14651858.CD008095.pub2
10. Bochkarev M.V., Korostovtseva L.S., Medvedeva E.A., Sviryaev Yu.V. [Actigraphy for estimation of the characteristics of sleep and the sleep-wake rhythm]. *Profilakticheskaya meditsina*. 22(2): 95–100. (In Russian). doi: 10.17116/profmed20192202195
11. Curley M.A. 1999. Prone positioning of patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review. *Am. J. Crit. Care*. 8(6): 397–405. doi: 10.4037/ajcc1999.8.6.397
12. Reinprecht A., Greher M., Wolfsberger S., Dietrich W., Illievich U.M., Gruber A. 2003. Prone position in subarachnoid hemorrhage patients with acute respiratory distress syndrome: effects on cerebral tissue oxygenation and intracranial pressure. *Crit. Care Med*. 31(6): 1831–1838. doi: 10.1097/01.CCM.0000063453.93855.0A
13. Elharrar X., Trigui Y., Dols A., Touchon F., Martinez S., Prudhomme E., Papazian L. 2020. Prone positioning in nonintubated patients with COVID-19 and hypoxemic acute respiratory failure. *JAMA*. 323(22): 2336–2338. doi: 10.1001/jama.2020.8255
14. Curley M.A.Q., Hibberd P.L., Fineman L.D., Wypij D., Shih M.-C., Thompson J.E., Grant M.J.C., Barr F.E., Cvijanovich N.Z.,

- Sorce L., Lockett P.M., Matthay M.A., Arnold J.H. 2005. Effect of prone positioning on clinical outcomes in children with acute lung injury: a randomized controlled trial. *JAMA*. 294(2): 229–237. doi: 10.1001/jama.294.2.229
15. Guerin C., Badet M., Rosselli S., Heyer L., Sab J.-M., Langevin B., Philit F., Fournier G., Robert D. 1999. Effects of prone position on alveolar recruitment and oxygenation in acute lung injury. *Intensive Care Med*. 25(11): 1222–1230. doi: 10.1007/s001340051050
16. Baacke M.G., Floren M., Ose C., Pessler F., Mann D., Stiletto R.J. 2003. Kinetic therapy in Germany: results of a randomized cross-sectional survey. *Critical Care*. 7(Suppl. 2): P171. doi: 10.1186/cc2060
17. Tsarenko S.V., Dobrushina O.R. 2008. *Intensivnaya terapiya ostrogo respiratornogo distress-sindroma*. [Intensive therapy of acute respiratory distress syndrome]. Moscow, Meditsina: 176 p. (In Russian).
18. Melnikov A.Yu., Gaufman B.V. 2016. [Positional therapy for obstructive sleep apnea]. In: *Vtoraya rossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Klinicheskaya somnologiya". Sbornik materialov*. [The second Russian scientific-practical conference "Clinical somnology". Collection of materials (Moscow, Russia, 26–27 February 2016)]. Moscow: 66–67. (In Russian).
19. Ehrmann S., Li J., Ibarra-Estrada M., Perez Y., Pavlov I., McNicholas B., Roca O., Mirza S., Vines D., Garcia-Salcido R., Aguirre-Avalos G., Trump M.W., Nay M.A., Dellamonica J., Nseir S., Mogri I., Cosgrave D., Jayaraman D., Masclans J.R., Laffey J.G., Tavernier E. 2021. Awake prone positioning for COVID-19 acute hypoxaemic respiratory failure: a randomized, controlled, multinational, open-label meta-trial. *The Lancet Respiratory Medicine*. 9(12): 1387–1395. doi: 10.1016/S2213-2600(21)00356-8
20. Kovalzon V.M. 2022. *Neyrobiologiya sna*. [Neurobiology of sleep]. Moscow, URS: 223 p. (In Russian).

Поступила 21.02.2022

Подписано к печати 31.05.2022. Дата выхода в свет 30.06.2022.

Формат 60×88%

Цифровая печать. Усл. печ. л. 8,82. Тираж 200 экз. Зак. № 19. Цена свободная

Учредители: Российская академия наук,

Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук

Издатель: ФГБУ «Издательство «Наука», 117997, Москва, ул. Профсоюзная, 90

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-77891 от 19 февраля 2020 г.,
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

16+

Отпечатано в ФГБУ «Издательство «Наука» (Типография «Наука»), 121099, Москва, Шубинский пер., 6