

**В.Г. Баранников¹, Л.В. Кириченко¹, Е.А. Русанова¹, С.В. Дементьев²,
Я.И. Вайсман³**

**ГИГИЕНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ СИЛЬВИНИТОВЫХ
ПАЛАТ РАЗЛИЧНЫХ МОДИФИКАЦИЙ**

¹ГБОУ ВПО Пермская государственная медицинская академия имени акад. Е.А. Вагнера Минздрава России, 614000, Пермь, РФ; ²ООО НПК «Лечебный климат», 617763, Пермский край, г. Чайковский, РФ; ³ФГБОУ ВПО Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 614990, Пермь, РФ.

**THE HYGIENIC CONDITIONS OF THE INTERNAL ENVIRONMENT OF
SYLVINITE CHAMBERS OF VARIOUS MODIFICATIONS**

V.G. Barannikov¹, L.V. Kirichenko¹, E.A. Rusanova¹, S.V. Dementiev², Ya. I. Vaysman³
¹State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education “Perm State Academy of Medicine named after E.A. Vagner” of Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 614000. Perm, Russian Federation.

²Limited Liability Company Scientific Production Partnership “Curative Climate”, 617763. Chaykovsky, Russian Federation.

³State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education “Perm National Research Polytechnic University”, Perm, 614990, Russian Federation.

Резюме

Проведенная сравнительная физиолого-гигиеническая оценка условий внутренней среды соляных сильвинитовых сооружений позволила выявить комплекс физических факторов, оказывающих положительное влияние на функциональное состояние основных систем организма пациентов.

Ключевые слова: калийные соли, сильвинитовые сооружения, физиологические и гигиенические исследования.

Abstract

The conducted comparative physiological-hygienic assessment of the conditions of the internal environment of salt sylvinite structures helped to reveal the complex of physical factors that have a positive influence on the functional condition of the basic systems of the organism of patients.

Keywords: potassium salts; sylvinite structures; physiological and hygienic investigations.

В профилактике и лечении различных заболеваний в настоящее время используют медицинские технологии на основе природных материалов, одной из которых является сильвинитотерапия. Многолетнее изучение воздействия природных солей (сильвинит) на организм человека в аллергологическом стационаре калийного рудника позволили разработать климатическую камеру, моделирующую подземные условия на поверхности [1]. Дальнейшие гигиенические, физиологические, микробиологические и иммунологические исследования привели к созданию усовершенствованных моделей соляных устройств [2]. Они получили распространение в организациях, осуществляющих лечебную деятельность от Калининграда до Иркутска, от Ханты-Мансийска до Анапы (профилактории, санатории, пансионаты, курорты, больницы) для лечения и профилактики бронхолегочной, сердечно-сосудистой патологии, заболеваний аллергенной природы, иммуносупрессивных состояний, дерматологического и акушерского профиля [3, 4].

Цель исследований – сравнительная гигиеническая оценка физических факторов внутренней среды сильвинитовых палат различных модификаций для дальнейшего совершенствования условий их эксплуатации и эффективности лечебного процесса.

Поставленная цель решалась путем анализа данных, характеризующих внутреннюю среду соляных сооружений, обоснования влияния лечебных факторов на функциональное состояние основных систем организма обследуемых и разработки рекомендаций по их использованию в практическом здравоохранении.

Материалы и методы

Объекты исследований:

- восемнадцать соляных микроклиматических палат (СМП[®]; I), функционирующих в городах: Москва (2), Санкт-Петербург (3), Нижний Новгород (1), Пермь (2), Магнитогорск (1), Ханты-Мансийск (1), Сыктывкар (1), Череповец (1), Сочи (1), Анапа (1), Кисловодск (1), Уфа (1), Минеральные воды (1), Набережные Челны (1). СМП

включают в себя основное лечебное помещение, камеру воздухоподготовки, комнаты для персонала и пациентов. Стены, пол и потолок палат выполнены из блоков природного сильвинита Верхнекамского месторождения калийных солей [5, 6];

- новая модернизированная сильвинитовая палата (СП®; II), эксплуатируемая в Пермском крае. Поверхность ее стен с внутренней стороны покрыта кусочками сильвинита. Данная конструкция позволила значительно увеличить площадь реакционной соляной поверхности и снизить экономические затраты на ее строительство. Между стен двойной, сборно-разборной оболочки установлен генератор сухого соляного аэрозоля [7];

- две группы обследуемых (140 человек). Первая группа – 76 пациентов в возрасте от 14 до 60 лет, в том числе 44 человека, проходившие курс лечения в соляной микроклиматической палате (группа наблюдения) и 32 пациента, получавшие лечение в физиотерапевтических отделениях лечебно-профилактических учреждений (группа сравнения). Вторая группа - 64 человека в возрасте от 23 до 60 лет: 34 пациента с хроническими заболеваниями сердечно-сосудистой и дыхательной систем в стадии ремиссии, которые проходили профилактический курс солелечения в СП (II) (наблюдения), и 30 практически здоровых людей (сравнения). Все обследуемые подписали информированное добровольное согласие на проведение физиологических исследований. Длительность сеанса для всех обследуемых составляла 1 час при продолжительности курса лечения 14 дней.

Микроклимат сооружений изучали с помощью прибора CENTER 311, радиационный фон – прибором РД-1503, аэроионизация воздушной среды - малогабаритным счетчиком аэроионов – МАС-01, соляной аэрозоль определяли измерителем массовой концентрации аэрозольных частиц «Аэрокон-II». Гигиенические исследования проводили в различные сезоны года и время суток в динамике сеансов солелечения. Всего выполнено 8105 замеров основных лечебных факторов внутripалатной среды.

Физиологические функции сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной систем пациентов изучали в начале, середине и конце курса их нахождения в природной сильвинитовой среде. Для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы определяли частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое и диастолическое артериальное давления, пульсовое давление, ударный и минутный объемы сердца (УО и МО). Пробы с задержкой дыхания на вдохе (Штанге) и выдохе (Генча), а также частота дыхательных движений (ЧД) применяли для анализа функций дыхательной системы. Состояние центральной нервной системы оценивали по данным психологического теста «САН» и корректурного теста Анфимова по интенсивности и показателю внимания.

Всего выполнено 4620 исследований функционального состояния основных систем организма обследуемых.

Результаты и обсуждение

Сравнительный анализ температурного фактора показал, что в данных сооружениях поддерживаются его стабильные уровни независимо от периода года. В соляных микроклиматических палатах (I) без пациентов средняя летняя температура воздуха регистрировалась на $0,4-0,9^{\circ}\text{C}$ выше, чем в другие сезоны года и составляла $23,3\pm 0,3^{\circ}\text{C}$. Температура ограждающих сильвинитовых поверхностей круглогодично была постоянной ($19,6\pm 0,02^{\circ}\text{C}$). Относительная влажность воздуха не подвергалась выраженным колебаниям: зимой – $46,6\pm 1,57\%$; весной – $47,5\pm 1,72\%$; осенью – $48,0\pm 1,78\%$, летом – $59,7\pm 0,88\%$, и оставалась в пределах санитарных норм. Скорость движения воздуха в теплые и холодные периоды года не претерпевала изменений ($0,02\pm 0,001$ м/с). В присутствии пациентов показатели микроклимата возрастали по сравнению с фоном ($19,1\pm 0,27^{\circ}\text{C}$; $20,3\pm 1,04\%$; $17,8\pm 0,01^{\circ}\text{C}$; $0,13\pm 0,02$ м/с) и имели достоверные отличия к концу сеанса ($24,5\pm 0,3^{\circ}\text{C}$; $27,5\pm 0,4\%$; $19,3\pm 0,04^{\circ}\text{C}$; $0,2\pm 0,001$ м/с).

Гигиенические исследования микроклимата сильвинитовой палаты (II), проведенные в отсутствие пациентов, выявили: температура воздуха - $20,98 \pm 0,25^\circ\text{C}$, относительная влажность – $51,5 \pm 0,7\%$, температура ограждающих поверхностей – $17,8 \pm 0,01^\circ\text{C}$, скорость движения воздуха - $0,12 \pm 0,01$ м/с. Во время сеансов происходили достоверные изменения вышеуказанных показателей: $21,8 \pm 0,19^\circ\text{C}$; $53,6 \pm 0,64\%$; $18,5 \pm 0,03^\circ\text{C}$; $0,25 \pm 0,02$ м/с. Микроклимат СП (II) как в холодное, так и в теплое время года был идентичен СМП (I) и соответствовал оптимальным гигиеническим значениям.

В природном минерале сильвините содержится радиоактивный изотоп К-40, создающий естественную радиоактивность в соляных сооружениях, не превышающую нормы радиационной безопасности [8, 9]. Среднегодовой уровень радиационного фона в СМП (I) составлял $0,17 \pm 0,006$ мкЗв/час. Летом его величина была выше ($0,21 \pm 0,014$ мкЗв/час), чем в зимний ($0,16 \pm 0,002$ мкЗв/час), весенний ($0,17 \pm 0,005$ мкЗв/час) и осенний ($0,18 \pm 0,007$ мкЗв/час) периоды ($p < 0,001$).

Средние значения радиационного фона в сильвинитовой палате (II) без пациентов были достоверно выше, чем во время сеансов солетерапии и составляли $0,14 \pm 0,002$ мкЗв/час. Наибольшие его уровни отмечались во второй половине дня. Данные изменения соответствовали естественным суточным колебаниям радиационного фона.

В воздухе соляных сооружений под влиянием ионизирующего излучения образуются легкие отрицательные и положительные аэроионы. Благоприятный ионный состав воздушной среды характеризуется умеренно повышенной концентрацией легких аэроионов, которые являются одним из основных лечебных факторов, оказывающих влияние на энергетический обмен человека, функции внешнего дыхания, реологические и биохимические свойства крови, показатели системы перекисного окисления липидов [10].

Исследования аэроионного состава воздуха СМП (I) выявили зависимость его показателей от сезона года. Наибольшая концентрация легких отрицательных аэроионов отмечалась в летнее время - $1531,5 \pm 101,2$ ед/см³. Минимальные значения отрицательных аэроионов регистрировались зимой - $1072 \pm 117,5$ ед/см³. Расчетный коэффициент униполярности во все сезоны года был менее единицы и свидетельствовал о благоприятном состоянии внутрипалатной среды.

В соляной микроклиматической палате без пациентов средняя фоновая концентрация легких отрицательных аэроионов в воздухе составляла $1394 \pm 107,6$ ион/см³, легких положительных – $344 \pm 10,3$ ион/см³. В начале сеанса возрастало количество отрицательных ($1441 \pm 103,2$ ион/см³) и положительных ионов ($407 \pm 12,6$ ион/см³). Наибольшая концентрация легких положительных аэроионов отмечалась к концу сеанса ($430 \pm 15,4$ ион/см³) при значительном снижении уровня легких отрицательных ионов до $1053 \pm 101,5$ ион/см³.

Среднее количество легких отрицательных аэроионов в СП (II) без пациентов составило $621,03 \pm 10,7$ ион/см³, а во время сеансов - $612,2 \pm 6,99$ ион/см³. Все показатели, характеризующие аэроионизационную среду, находились в пределах терапевтически значимых уровней. Содержание отрицательно заряженных ионов в воздухе палаты без пациентов и в их присутствии в утренние часы были практически одинаковы. Во время сеансов наименьшие концентрации регистрировались в дневные часы. Динамика концентрации аэроионов с отрицательным знаком коррелировала с аналогичными изменениями радиационного фона. В летние месяцы число легких отрицательных аэроионов достоверно превалировало и составляло $606,3 \pm 2,7$ ион/см³, что связано с влиянием повышенных температур воздуха на величину ионизации [11]. Количество ионов с положительным знаком в воздухе СП (II) при пациентах ($305,2 \pm 10,5$ ион/см³) и без них ($334,2 \pm 14,1$ ион/см³), а также в утренние и дневные часы во время сеансов не претерпевали выраженных изменений. Коэффициент униполярности находился в

диапазоне от $0,49 \pm 0,007$ до $0,79 \pm 0,04$, свидетельствуя о благоприятном состоянии аэроионизационной среды.

На организм пациентов положительное воздействие оказывает многокомпонентный сухой соляной аэрозоль, состоящий из комплекса хлористых солей калия, натрия и магния [8, 12]. Его попадание в органы дыхания способствует повышению осмотического компонента, улучшению реологических свойств мокроты и параметров функций внешнего дыхания, оптимизации гемодинамики в малом круге кровообращения. В результате снижается повышенное давление в системе легочной артерии, улучшается сократительная способность миокарда [13].

Концентрация аэрозоля в атмосферном воздухе на территории расположения лечебно-профилактических организаций составила $0,15 \pm 0,003$ мг/м³. В камерах воздухоподготовки количество аэрозольных частиц было $0,26 \pm 0,02$ мг/м³. А наибольшее его содержание наблюдалось в лечебном помещении СМП - $1,59 \pm 0,16$ мг/м³, что обусловлено прохождением атмосферного воздуха через соляной фильтр.

В СП (II) исходный уровень соляного аэрозоля уменьшался в воздухе палаты во время сеансов с $0,66 \pm 0,02$ мг/м³ до $0,57 \pm 0,03$ мг/м³ ($p < 0,05$). В утренние часы концентрация аэрозоля была $0,68 \pm 0,01$ мг/м³, снижаясь к концу дня до $0,53 \pm 0,02$ мг/м³. Содержание аэрозоля в воздухе палаты увеличивалось летом ($0,78 \pm 0,0006$ мг/м³) и достоверно понижалось осенью ($0,33 \pm 0,0006$ мг/м³). Концентрация многокомпонентного соляного аэрозоля может регулироваться с помощью специального генератора [14].

Изучение функционального состояния дыхательной системы у пациентов группы наблюдения, проходивших лечение в СМП (I), выявило уменьшение частоты дыхания по сравнению с фоновыми показателями ($18,69 \pm 0,87$ в минуту): в середине курса - $16,6 \pm 0,3$ в минуту, по окончании солетерапии - $16,3 \pm 0,31$ дыханий в минуту ($p < 0,05$). Исследования результатов функциональных дыхательных проб с задержкой дыхания

на вдохе и выдохе показали достоверное возрастание значений проб Штанге и Генча после первого сеанса. В конце курса лечения показатели задержки дыхания достоверно повысились по сравнению с фоновыми. У пациентов группы сравнения существенных изменений функций дыхательной системы не происходило.

Уровни систолического, диастолического, пульсового давлений и ЧСС достоверно снижались в течение десятидневного курса лечения в соляной палате. В группе сравнения аналогичные показатели состояния сердечно-сосудистой системы оставались на исходном уровне.

При оценке умственной работоспособности было выявлено увеличение значения интенсивности внимания (ИВ) после первого сеанса и возрастание показателя внимания (ПВ) до $1,33 \pm 0,6$ ошибок. По окончании солелечения ИВ составила $206,5 \pm 8,3$ знаков при ПВ $0,11 \pm 0,06$ ошибок. Полученные данные свидетельствовали о достоверном улучшении умственной работоспособности пациентов группы наблюдения ($p < 0,01$). Противоположная динамика показателей функций нервной системы отмечалась у пациентов группы сравнения.

В сильвинитовой палате (II) физиологические исследования, проведенные в группе наблюдения, показали достоверные изменения к концу лечения: снижалась ЧД (с $22,5 \pm 0,9$ до $18,0 \pm 0,7$ в мин.), повышалась длительность задержки дыхания на вдохе (с $30,08 \pm 4,4$ до $43,6 \pm 4,9$ сек.) и выдохе (с $22,0 \pm 2,2$ до $35,6 \pm 4,06$ сек.). Уменьшалась ЧСС (с $69,8 \pm 2,2$ до $63,09 \pm 1,3$ уд/мин.), показатели УО и МО, а уровни систолического, диастолического и пульсового давлений были стабильны. У пациентов группы сравнения изменений исследуемых показателей не происходило.

В группе наблюдения интенсивность внимания по окончании солелечения увеличивалась с $189,9 \pm 3,4$ до $205,9 \pm 2,2$ знаков, показатель внимания снижался с $2,2 \pm 0,48$ до $1,36 \pm 0,32$ ошибок ($p < 0,05$). В группе сравнения наблюдалась аналогичная динамика, свидетельствующая о высоком уровне состояния умственной

работоспособности пациентов обеих групп на протяжении всего курса сильвинитотерапии (II). Оценка самочувствия, активности и настроения обследуемых групп наблюдения и сравнения показала достоверное улучшение по категориям «самочувствие», «активность» и «настроение».

Таким образом, проведенные гигиенические исследования выявили комплекс основных лечебных факторов сильвинитовой палаты (II), формирующий благоприятную внутripалатную среду, как и в функционирующих соляных микроклиматических палатах: повышенные уровни радиационного фона и аэроионизации воздуха, наличие мелкодисперсного сухого соляного аэрозоля, стабильный микроклимат. Физиологические исследования установили положительное влияние физических факторов на состояние сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной систем пациентов, проходящих курс лечения в природной сильвинитовой среде.

Выводы

1. Сравнительная гигиеническая и физиологическая оценка факторов внутренней среды сильвинитовых палат различных модификаций показала перспективность применения оригинальной экономичной сильвинитовой палаты в поликлинических и стационарных условиях.

2. В результате исследований разработан комплекс гигиенических требований и рекомендаций для медицинских работников по использованию данных сооружений в профилактике и реабилитации.

Литература

1. Баранников В.Г. и др. Климатическая камера. Авторское свидетельство СССР, № 1068126; 1984.

2. Кириченко Л.В. и др. Устройство для солелечения дерматологических больных. Патент РФ, № 58032; 2006.
3. Кириченко Л.В. и др. Способ лечения вульгарного псориаза. Патент РФ, № 2428159; 2011.
4. Баранников В.Г. и др. Способ лечения плацентарной недостаточности у женщин с осложненным течением беременности. Патент РФ, № 2410131; 2011.
5. Баранников В.Г. и др. Климатическая камера. Патент РФ, № 2218140; 2003.
6. Дементьев С.В. и др. Потолок для климатических камер. Патент РФ, № 36983; 2004.
7. Дементьев С.В. и др. Индивидуальная соляная сильвинитовая палата для лечения различных нозологических форм заболеваний. Патент РФ, № 2372885; 2009.
8. Баранников В.Г., Красноштейн А.Е., Папулов Л.М., Туев А.В., Черешнев В.А. Спелеотерапия в калийном руднике. Екатеринбург: УроРАН; 1996.
9. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99/2009). М.: Госстандарт; 2009.
10. Рахманин Ю.А. Физические факторы в экологии человека и гигиене окружающей среды. Гигиена и санитария. 2009; 5: 4-7.
11. Черешнев В.А., Баранников В.Г., Кириченко Л.В., Дементьев С.В., Черешнева М.В. Физиолого-гигиенические исследования в спелеотерапии. Вестник уральской медицинской академической науки. 2010, 3 (31): 90-93.
12. Кириченко Л.В., Баранников В.Г. Минералотерапия заболеваний органов дыхания. Сибирский медицинский журнал. 2012, 1: 99-101.
13. Айрапетова Н.С., Расулова М.А., Антонович И.В., Стяжкина Е.М., Ксенофонтова И.В., Никода Н.В. и др. Обоснование комплексного применения криомассажа и сильвинитовой спелеотерапии в реабилитации больных бронхиальной астмой. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2011; 5: 12-17.

14. Баранников В.Г. и др. Устройство для приготовления и подачи аэрозоля в соляную микроклиматическую палату. Патент РФ, № 44500; 2005.

REFERENCES

1. Barannikov V. G. et al. Climatic chamber. Inventors certificate USSR, № 1068126; 1984 (in Russian).
2. Kirichenko L.V. et al. Device for the salt therapy of the patients of dermatological pathology. Patent RF, № 58032; 2006 (in Russian).
3. Kirichenko L.V. et al. The method of treatment of vulgar psoriasis. Patent RF, № 2428159; 2011 (in Russian).
4. Barannikov V. G. et al. Method of treatment of placental insufficiency in women with complicated course of pregnancy. Patent RF, № 2410131; 2011 (in Russian).
5. Barannikov V. G. et al. Climatic chamber. Patent RF, № 2218140; 2003 (in Russian).
6. Dementiev S. V. et al. The ceiling for climatic chambers. Patent RF, № 36983; 2004 (in Russian).
7. Dementiev S. V. et al. Individual salt chamber of the silvinit for the treatment of different nosologic pathology. Patent RF, № 2372885; 2009 (in Russian).
8. Barannikov V. G., Krasnoshteyn A. E., Papulov L. M., Tuev A. V., Chereshev V. A. Speleotherapy in the potassium mine. Ekaterinburg: UroRAN, 1996 (in Russian).
9. Health regulations and norms (SanPiN) 2.6.1.2523-09 «Radiation standards» (NRB-99/2009). M.: Government standard; 2009 (in Russian).
10. Yu. A. Rakhmanin. Physical factors in human ecology and environmental hygiene. Hygiene and sanitary. 2009; 5: 4-7 (in Russian).
11. Chereshev V. A., Barannikov V. G., Kirichenko L. V., Dementiev S. V., Cheresheva M. V. Physiological-hygienic research in speleotherapy. Bulletin of Ural Academy of medical Sciences. 2010, 3 (31): 90-93 (in Russian).

12. Kirichenko L. V., Barannikov V. G. Mineral therapy of the pathology of respiratory system. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*. 2012; 1: 99-101 (in Russian).
13. Airapetova N.S., Rassulova M.A., Antonovich I.V., Styazhkina E.M., Ksenofontova I.V., Nikoda N.V. et al. The rationale for the combined application of cryomassage and speleotherapy for the rehabilitative treatment of the patients with bronchial asthma. *Issues balneology, physiotherapy and kinesitherapy*. 2011; 5: 12 – 17 (in Russian).
14. Barannikov V. G. et al. Device for preparation and submission of aerosol into the salt microclimatic chamber. Patent RF, № 44500; 2005 (in Russian).

Информация для РИНЦ

1. Баранников Владимир Григорьевич (Barannikov Vladimir Grigorevich), e-mail: barannikov41@mail.ru;
2. Кириченко Лариса Викторовна (Kirichenko Larisa Viktorovna), e-mail: lkv-7@yandex.ru;
3. Русанова Елизавета Андреевна (Rusanova Elizaveta Andreevna), e-mail: Lisaveta08@mail.ru; 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 28; контактный телефон - 89124910962
4. Дементьев Сергей Васильевич (Dementiev Sergei Vasilevich), e-mail: 22090@climat.ru;
5. Вайсман Яков Иосифович (Vaysman Yakov Iosifivich), e-mail: mariya@eco.pstu.ac.ru.