



## Метеопатические реакции и их профилактика у детей с бронхиальной астмой в Московском регионе: проспективное когортное исследование пациентов с повышенной метеочувствительностью

Лян Н.А.\*<sup>1,2</sup>, Уянаева А.И.<sup>1</sup>, Рассулова М.А.<sup>1</sup>, Тупицына Ю.Ю.<sup>1</sup>, Иванова И.И.<sup>3</sup>, Калиновская И.И.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

<sup>2</sup>Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России, Москва, Россия

<sup>3</sup>Центральная государственная медицинская Академия при Управлении делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

<sup>4</sup>Детский бронхолегочный санаторий № 15 Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Профилактика, лечение и медицинская реабилитация детей с бронхиальной астмой является актуальной проблемой здравоохранения в связи с ростом распространенности заболевания, более тяжелого течения. По данным литературы, у большинства детей с бронхиальной астмой отмечается повышенная метеочувствительность, т.е. пониженная устойчивость организма к изменяющимся метеорологическими условиям, что, как правило, сопровождается развитием патологических метеотропных (метеопатических) реакций. Метеопрофилактика с использованием метода интервальной гипоксической тренировки способствует уменьшению частоты и степени тяжести метеопатических реакций, улучшению функционального состояния дыхательной системы и психологического статуса. Известно положительное влияние нормобарической гипокситерапии на клинико-функциональные показатели у детей, в том числе с бронхиальной астмой.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ.** Обследовано 80 детей с повышенной метеочувствительностью, основную группу составили 40 детей, получивших нормобарическую гипокситерапию, группу сравнения – 40 детей, не получивших нормобарическую гипокситерапию. Проведено изучение влияния нормобарической гипокситерапии в динамике на клиническое течение бронхиальной астмы, показатели функции внешнего дыхания (компьютерная флоуметрия), психоэмоциональный статус.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** Выявлено благоприятное влияние нормобарической гипокситерапии на клиническое течение (уменьшение сухого приступообразного кашля, сухих хрипов). Получено статистически значимое увеличение показателей функции внешнего дыхания (пиковая скорость выдоха, МОС75 ( $p < 0,05$ )). Данные результатов психологического тестирования выявили уменьшение раздражительности, эмоциональной лабильности, снижение тревожности, нормализацию уровня активности, повышение работоспособности у детей под влиянием нормобарической гипокситерапии. У большинства детей уменьшились проявления метеолабильности, изменилась структура тяжести погодообусловленных обострений: снизились реакции средней степени тяжести, практически исчезли тяжелые проявления метеопатологии.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** На основании проведенных исследований выявлены типы, сезонные закономерности в формировании биотропных погодных условий в Московском мегаполисе, являющиеся фактором риска в развитии погодообусловленных обострений и проявлений повышенной метеочувствительности у детей с бронхиальной астмой, определена частота формирования повышенной метеолабильности у таких пациентов. Установлена эффективность нормобарической гипокситерапии как метода профилактики метеопатических реакций у детей с бронхиальной астмой.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** бронхиальная астма, дети, дыхательная система, метеочувствительность, гипокситерапия

**Для цитирования:** Lyan N.A., Uyanaeva A.I., Rassulova M.A., Tupitsyna Yu.Yu., Ivanova I.I., Kalinovskaya I.I. Meteopathic Reactions and Their Prevention in Children with Bronchial Asthma in the Moscow Region: a Prospective Cohort Study of Patients with High Meteosensitivity. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21 (4): 97-105. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-4-97-105>

\*Для корреспонденции: Лян Наталья Анатольевна, e-mail: [nlyan@yandex.ru](mailto:nlyan@yandex.ru)

Статья получена: 07.05.2022

Поступила после рецензирования: 09.06.2022

Статья принята к печати: 21.06.2022

# Meteopathic Reactions and Their Prevention in Children with Bronchial Asthma in the Moscow Region: a Prospective Cohort Study of Patients with High Meteosensitivity

Natalya A. Lyan\*<sup>1,2</sup>, Asiyat I. Uyanaeva<sup>1</sup>, Marina A. Rassulova<sup>1</sup>, Yulia Yu. Tupitsyna<sup>1</sup>, Irina I. Ivanova<sup>3</sup>, Irina I. Kalinovskaya<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Moscow Scientific Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Department of Healthcare, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup>Children's Bronchopulmonary Sanatorium No. 15, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The prevention, treatment and medical rehabilitation of children with bronchial asthma is an urgent public health issue due to the increasing prevalence of the disease and its more severe course. According to the literature, most children with bronchial asthma have increased meteosensitivity, i.e. reduced resistance of the body to changing meteorological conditions, which is usually accompanied by the development of pathological meteosensitropic (meteopathic) reactions. Meteosensitrophylaxis using the method of interval hypoxic training contributes to reduction of frequency and severity of meteopathic reactions, improvement of functional state of respiratory system and psychological status. The positive effect of normobaric hypoxic therapy on clinical and functional parameters in children, including those with bronchial asthma, is known.

**MATERIAL AND METHODS.** We examined 80 children with increased meteosensitivity, the study group consisted of 40 children who received normobaric hypoxic therapy, the comparison group consisted of 40 children who did not receive normobaric hypoxic therapy. The effect of normobaric hypoxic therapy on the clinical course of bronchial asthma, external respiratory function parameters (computerized flowmetry), psychoemotional status was studied.

**RESULTS AND DISCUSSION.** The beneficial effect of normobaric hypoxic therapy on the clinical course (reduction of dry paroxysmal cough, dry wheezing) was revealed. There was a statistically significant increase in the indexes of external respiration function (peak expiratory velocity, MOS75 ( $p < 0.05$ )). Psychological testing revealed decreased irritability, emotional lability, decreased anxiety, normalization of activity level, increased efficiency in children under the influence of normobaric hypoxic therapy. The manifestations of meteorological stability decreased in most children, the severity structure of weather-related exacerbations changed: reactions of moderate severity decreased, severe manifestations of meteorological pathology practically disappeared.

**CONCLUSION.** On the basis of the conducted research, we determined seasonal patterns in the formation of biotrophic weather conditions in the Moscow metropolis, which are a risk factor in the development of weather-related exacerbations and manifestations of increased meteosensitivity in children with bronchial asthma as well as the frequency of formation of increased meteolability in such patients. We also detected the effectiveness of normobaric hypoxic therapy as a method of preventing meteopathic reactions in children with bronchial asthma.

**KEYWORDS:** bronchial asthma, children, respiratory system, meteosensitivity, hypoxic therapy

**For citation:** Lyan N.A., Uyanaeva A.I., Rassulova M.A., Tupitsyna Yu.Yu., Ivanova I.I., Kalinovskaya I.I. Meteopathic Reactions and Their Prevention in Children with Bronchial Asthma in the Moscow Region: a Prospective Cohort Study of Patients with High Meteosensitivity. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21 (4): 97-105. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-4-97-105>

\***For correspondence:** Natalya A. Lyan, e-mail: nlyan@yandex.ru

**Received:** May 07, 2022

**Revised:** Jun 09, 2022

**Accepted:** Jun 21, 2022

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальной проблемой педиатрии является проблема лечения и профилактики бронхиальной астмы (БА). Проведенные эпидемиологические исследования свидетельствуют о высокой распространенности заболевания у детей и подростков, которая составляет от 5 до 10% [1, 2]. Учитывая, что бронхиальная астма имеет высокую частоту встречаемости у детей, наличие приводит к снижению качества жизни, нередко является причиной инвалидизации. Заболевание имеет высокую медико-социальную значимость и научное обоснование современных технологий медицинской реабилитации [3, 4] и профилактики остаются важными вопросами педиатрии.

В настоящее время большое внимание уделяется изменениям климата [5]. Возрастает роль погодных факторов на течение хронических неинфекционных заболеваний у детей. С появлением новых данных о влиянии климато-метеорологических параметров на течение бронхиальной астмы повышается интерес к изучению возможности адаптации организма к непривычным погодно-климатическим условиям, особенностями формирования погодных условий, связанных с резкоменяющимися климатическими факторами.

Данные литературы свидетельствуют о том, что более чем у 70% детей с бронхиальной астмой неблагоприятная погода вызывает развитие патологических реакций, протекающих с усилением клинических

симптомов заболевания и нарушениями функции дыхания [6].

Однако причины таких нарушений у детей с бронхиальной астмой изучены недостаточно, практически отсутствуют исследования по формированию у них метеопатологии, мало данных о частоте метеобусловленных обострений заболевания у детей в условиях привычного климата, нет данных по выявлению наиболее биотропных сочетаний метеорологических параметров способных оказать негативное влияние на течение болезни. Своевременное выявление роли погодно-метеорологических факторов на формирование метеопатологии и течение бронхиальной астмы у детей позволит проводить дифференцированные профилактические мероприятия как срочного, так и сезонного характера с использованием немедикаментозных технологий.

Известно, что важным компонентом восстановления нарушенных адаптационных механизмов является их тренировка. Проведенные в последние годы исследования показали, что вдыхание воздуха в искусственно создаваемой среде со сниженным содержанием кислорода и его парциальным давлением в условиях нормального атмосферного давления оказывает благоприятное воздействие на больных бронхиальной астмой, имеет характер «перекрестной адаптации», приводящей к повышению неспецифической резистентности организма к различным неблагоприятным факторам внешней среды [7, 8].

Изучение климата в Московском регионе выявило снижение содержания кислорода в воздухе на фоне снижения атмосферного давления, повышение влажности и температуры воздуха, что свидетельствует о формировании погодной гипоксии. Исследования показали, что на фоне курса интервальной гипоксической тренировки происходит адаптация к гипоксии, что оказывает существенное положительное влияние на клиническое течение бронхиальной астмы у детей и подростков в виде уменьшения количества приступов, удлинения периода ремиссии [9, 10].

Данные о частоте метеолабильности у детей с бронхиальной астмой, положительном влиянии интервальной гипоксической тренировки на процессы адаптации к гипоксии обосновывают необходимость более углубленного изучения частоты и выраженности метеочувствительности у детей с бронхиальной астмой с целью оценки влияния метеотропных погодных условий на клинико-функциональные показатели у этих детей в Московском регионе и разработки методов профилактики повышенной метеочувствительности на амбулаторно-поликлиническом и санаторном этапах.

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научное обоснование применения нормобарической гипокситерапии в профилактике метеопатических реакций у детей с бронхиальной астмой.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

С целью выявления метеочувствительности проведено изучение у 107 детей с бронхиальной астмой, имеющих легкое и среднетяжелое течение заболевания и проживающих в Московском регионе, влияния

изменений погоды на самочувствие, связи ухудшения самочувствия при изменении метеорологических факторов, зависимости жалоб от сезона года.

Детям с бронхиальной астмой были проведены специальные исследования в сравнительном аспекте. Все дети с повышенной метеочувствительностью (80 детей) были разделены на две группы: основную группу (40 детей) составили дети, получавшие нормобарическую гипокситерапию; дети группы сравнения (40 детей) не получали нормобарическую гипокситерапию.

Все дети получали препараты базисной противовоспалительной терапии (по показаниям назначались ингаляционные кортикостероиды, антагонисты лейкотриеновых рецепторов).

Эффективность нормобарической гипокситерапии оценивалась по динамике клинического течения бронхиальной астмы, показателей функции внешнего дыхания (компьютерная флоуметрия, пикфлоуметрия), состояния психоэмоционального статуса (уровень тревожности у детей 4-7 лет по методике Р. Тэмпл, М. Дорки, В. Амен, у детей школьного возраста – по шкалам явной тревожности (The Children's Form of Manifest Anxiety Scale – CMAS) в адаптации А.М. Прихожан, цветовой тест Люшера).

Полученные данные заносились в дневник наблюдений и сопоставлялись с ежедневными медиометеорологическими прогнозами погоды, предоставленными Метеобюро Москвы и Московской области.

Статистическая обработка материала была выполнена с использованием пакетов прикладных программ для статистического анализа «SPSS 19.0». С целью оценки значимости различий выборочных совокупностей использовался критерий Стьюдента. Значимыми считались различия при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведен анализ синоптико-метеорологических условий формирования и повторяемости биотропных погодных условий в городе Москве за период 2020-2021 гг. с оценкой риска развития метеобусловленных обострений у детей с бронхиальной астмой.

Учитывались медицинские аспекты изменения климата и особенности формирования погоды в Московском мегаполисе, делался акцент на характеристику метеорологических параметров, способных в большей степени влиять на организм, приводить к развитию повышенной метеочувствительности и росту погодообусловленных обострений, снижению функциональных возможностей организма у детей с бронхиальной астмой.

Проводился ежедневный мониторинг температуры, влажности воздуха, содержания кислорода в воздухе, давления, скорости ветра, атмосферной циркуляции и показателей солнечной активности с определением отклонений среднесуточных значений от климатической нормы, который позволил определить, что в Московском регионе наиболее часто формируется погода с преобладанием гипоксии [11, 12].

Учитывая, что предвестником развития «гипоксического» биотропного эффекта атмосферы является гипобария (циклональная деятельность, теплый атмосферный фронт, пониженное атмосферное давление,

снижение содержания кислорода в приземном воздухе), а спастического типа – установление гипербарии (область высокого атмосферного давления, антициклонная активность, а также усиление солнечной активности разрешающийся магнитными бурями) можно говорить, что гипоксический и спастический эффекты атмосферы являются внешним фактором риска развития метеообусловленных обострений многих неспецифических заболеваний, в том числе бронхиальной астмы.

В условиях Московского мегаполиса были выявлены сезонные закономерности в формировании биотропных погодных условий, которые являются фактором риска в развитии погодообусловленных обострений и проявлений повышенной метеочувствительности у детей с БА.

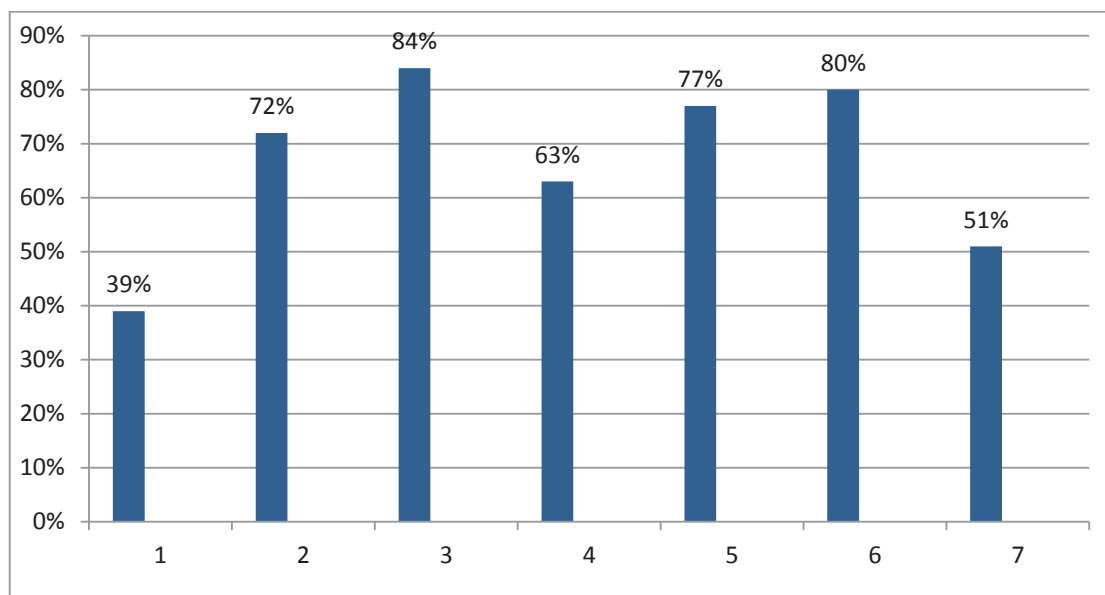
В результате изучения метеочувствительности 107 детей с бронхиальной астмой выявлена повышенная метеолабильность у 80 (74,8%) из них.

Клинические наблюдения проведены в динамике у 80 детей с бронхиальной астмой в возрасте от 6 до 15 лет, у которых были выявлены проявления

метеопатических реакций. 48 детей (60,0%) были с легким течением бронхиальной астмы, остальные – со среднетяжелым течением заболевания. У 37 детей (46,3%) отмечался период неполной ремиссии заболевания, остальные дети – 43 ребенка (53,7%) находились в периоде полной ремиссии.

У этих детей были изучены клинические проявления погодообусловленных обострений и эффективность применения нормобарической гипокситерапии для их профилактики.

Полученные данные сопоставлялись с ежедневными медикометеорологическими прогнозами погоды, предоставленными Метеобюро Москвы и Московской области. Отмеченные детьми ухудшения самочувствия, чаще всего проявляемые при высокой влажности воздуха, сильном ветре, в пасмурную и дождливую погоду, а также при понижении температуры, совпадающие с биотропными типами погоды, расценивались как проявления повышенной метеочувствительности и в зависимости от характера жалоб дифференцировались по общепринятой методике (В.Ф. Овчарова) (рис. 1.).



**Рис. 1.** Частота симптомов метеопатических реакций у детей с БА под влиянием отдельных метеофакторов и биотропных типов погоды (в %)

**Примечание:** 1 – колебания атмосферного давления, 2 – понижение температуры воздуха, 3 – повышение влажности воздуха, 4 – ветер, 5 – лето – условия термического дискомфорта «духота» с высокой влажностью, 6 – условия погодной гипоксии, 7 – условия погодной спастики

**Fig. 1.** Frequency of symptoms of meteoropathic reactions in children with bronchial asthma under the influence of certain meteorological factors and biotropic types of weather (in %)

**Note:** 1 – fluctuations in atmospheric pressure, 2 – decrease in air temperature, 3 – increase in air humidity, 4 – wind, 5 – in summer – conditions of thermal discomfort “stuffiness” with high humidity, 6 – conditions of weather hypoxia, 7 – conditions of weather spasticity

При анализе полученных данных учитывались не только количество, но и степень тяжести проявления метеообусловленных обострений. У 28 детей (35,0%) отмечались реакции легкой степени, которые сопровождалась снижением физической активности. Реакции средней степени наблюдались у 43 детей (53,8%) детей с преобладанием жалоб на быструю утомляемость, сонливость, затрудненное дыхание и чувство «нехватки» воздуха. Лишь у 9 детей были выявлены тяжелые проявления повышенной метеочувствительности с жалобами на одышку, нарушение сна,

бессонницу, что было связано с тяжестью основного заболевания и проявлялись усилением клинических симптомов бронхиальной астмы. Проявления метеопатических реакций у детей сохранялась от нескольких часов до 2-3-х дней, при этом симптомы ухудшения самочувствия и метеообусловленные обострения у 52 детей (65,0%) наступали до объективных изменений метеорологических параметров. Важным является тот факт, что при индифферентных погодах метеопатические реакции развивались у детей крайне редко (5,0%).



Сухой кашель беспокоил 34 детей (42,5%), у 17,6% из них отмечались эпизоды приступообразного сухого кашля в ночное время. При аускультации у 19 (23,8%) детей выслушивались сухие хрипы, а у 18 (22,5%) – единичные сухие свистящие.

Динамика бронхиальной проходимости изучалась с помощью методов компьютерной флоуметрии и пикфлоуметрии. Анализ функции внешнего дыхания по данным кривой «поток-объем» выявил умеренное снижение пиковой скорости выдоха и средних значений скоростных показателей у 40,5% детей, которые находились в периоде неполной ремиссии бронхиальной астмы. Одновременно отмечено умеренное снижение среднего значения пиковой скорости выдоха до  $77,25 \pm 2,34\%$  от должных величин по данным пикфлоуметрии.

Исследование психологического статуса по проведенным тестам выявило повышение уровня тревожности у всех детей, который свидетельствовал о недостаточной эмоциональной приспособленности ребенка к тем или иным социальным ситуациям,

По результатам проведения цветового теста Люшера отмечено повышение напряженности и раздражительности у 73,4% детей с бронхиальной астмой, что характеризовалось увеличением показателя суммарного отклонения (СО) от аутогенной нормы ( $СО > 12$ ), среднее значение показателя СО составило  $13,23 \pm 1,39$ . Индекс нарушения работоспособности (ИНР) составил более 9 у 35 детей (54,7%), среднее значение ИНР соответствовало  $11,53 \pm 1,05$ . У 81,3% детей было отмечено повышение индекса тревоги (ИТ), среднее значение ИТ составило  $3,85 \pm 1,25$ . Оценка вегетативного коэффициента (ВК), определяющего относительное преобладание влияний вегетативной нервной системы, выявило сниженные значения данного показателя меньше 1,0 у 89,1% детей с бронхиальной астмой, характеризующие тенденцию к понижению активности, переутомлению.

Под влиянием нормобарической гипокситерапии отмечалась положительная динамика клинических проявлений бронхиальной астмы.

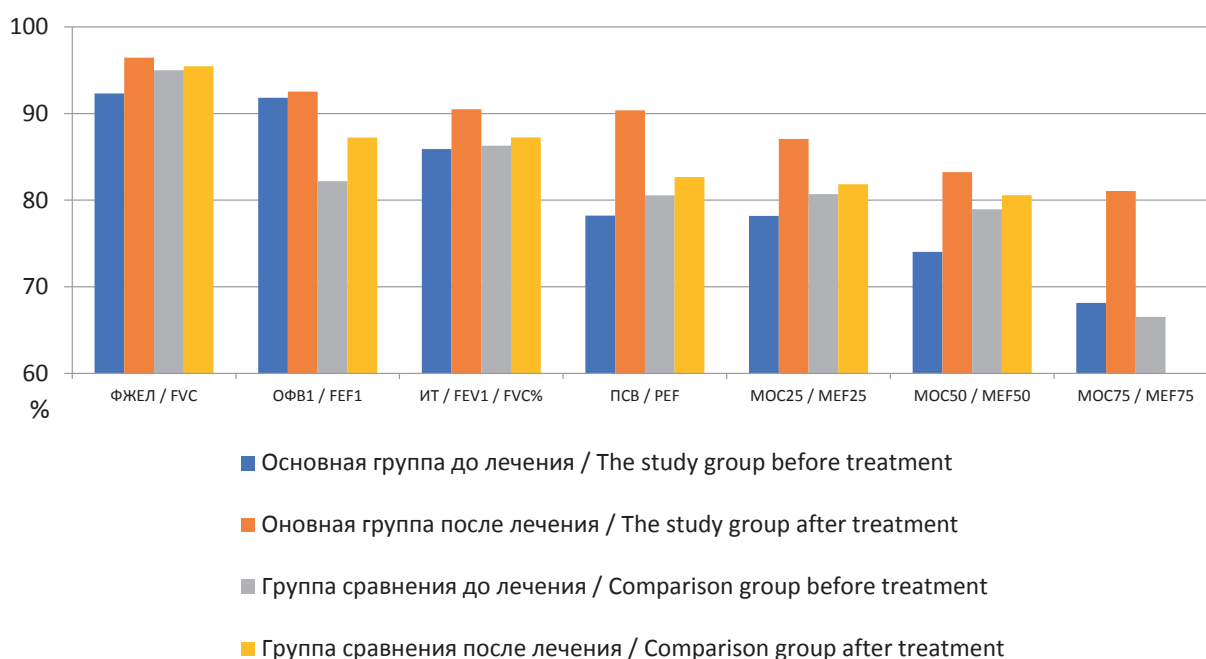
К середине курса (5 процедура) продуктивность кашля увеличилась у половины детей, сухие хрипы исчезли у большинства детей (60,0%), сухие свистящие хрипы – у 62,5% детей. К 10 процедуре нормобарической гипокситерапии кашель сохранялся лишь у 3-х детей, хрипы не выслушивались ни у одного ребенка. У детей, не получавших физиотерапию, клиническое улучшение и положительная динамика аускультативной картины были менее выраженными, кашель сохранялся у 25,0% детей, единичные сухие хрипы – у 3-х (30,0%) детей.

Исследование функции внешнего дыхания выявило статистически значимое повышение значений пиковой скорости выдоха и скоростных показателей на уровне периферических бронхов  $МОС_{75}$  ( $p < 0,05$ ) в ответ на курсовое воздействие нормобарической гипокситерапии. У детей, имевших нарушения бронхиальной проходимости, показатели компьютерной флоуметрии нормализовались. Улучшение показателей на уровне периферических бронхов особенно важно для детей, страдающих бронхиальной астмой.

Под влиянием нормобарической гипокситерапии выявлено выраженное увеличение средних значений пиковой скорости выдоха по данным мониторинга пикфлоуметрии к середине курса, положительная динамика сохранялась до конца лечения ( $с 77,25 \pm 2,34\%Д$  до  $90,61 \pm 2,458\%Д$ ,  $p < 0,05$ ).

По данным индивидуального анализа результатов исследования, кривой «поток-объем» и пикфлоуметрии отмечено, что наиболее отчетливые положительные изменения показателей определялись у детей, изначально имевших сниженные показатели бронхиальной проходимости.

У детей группы сравнения увеличение показателей функции внешнего дыхания не было столь значимым, отмечалась лишь тенденция к улучшению.



**Рис. 2.** Динамика показателей функции внешнего дыхания у детей с бронхиальной астмой (% Д)

**Fig. 2.** Dynamics of indicators of respiratory function in children with bronchial asthma (% D)

В результате анализа психологического тестирования у детей с бронхиальной астмой выявлено отчетливое положительное влияние нормобарической гипокситерапии на показатели психологического статуса, которое характеризовалось уменьшением эмоциональной лабильности, раздражительности, снижением тревожности, нормализацией уровня активности, повышением работоспособности.

Тест тревожности, проведенный у детей дошкольного возраста, показал, что на фоне нормобарической гипокситерапии у всех детей, имевших высокий индекс тревожности, показатель снизился до среднего уровня, а у 50,0% детей, имевших исходно средний уровень индекса тревожности, он снизился до низкого.

Однако у детей группы сравнения сохранились признаки недостаточной эмоциональной приспособленности к социальным ситуациям, показатели теста тревожности оставались на высоком и среднем уровнях.

Подобная тенденция под влиянием нормобарической гипокситерапии отмечалась у детей школьного возраста. Проведенная психологическая диагностика

уровня тревожности по шкалам явной тревожности показала, что у всех детей уровень тревожности снизился, из них у 79,4% детей он достиг нормальных показателей в соответствии с возрастом (с  $7,96 \pm 0,19$  до  $4,34 \pm 0,23$ , по шкале стандартной десятки (стены)). У детей группы сравнения сохранялась умеренно повышенная тревожность (с  $8,5 \pm 0,82$  до  $7,5 \pm 0,45$ , стены).

Результаты цветового теста Люшера выявили, что курсовое воздействие нормобарической гипокситерапии характеризовалось статистически значимым снижением исходно повышенных показателей суммарного отклонения от аутогенной нормы до незначительного уровня непродуктивной напряженности (с  $13,23 \pm 1,39$  до  $6,25 \pm 1,25$ ,  $p < 0,05$ ), индекса нарушения работоспособности (с  $11,53 \pm 1,05$  до  $8,62 \pm 1,96$ ), индекса тревоги (с  $3,85 \pm 1,25$  до  $2,56 \pm 1,78$ ) и повышением вегетативного коэффициента у всех детей, имевших исходно сниженный показатель (табл. 1).

В группе сравнения улучшение изучаемых параметров не являлись достоверными и отмечалось у меньшего числа детей: ИТ – у 53,3% детей, СО – у 36,6%.

**Таблица 1.** Динамика показателей психологического статуса

**Table 1.** Dynamics of indicators of psychological status

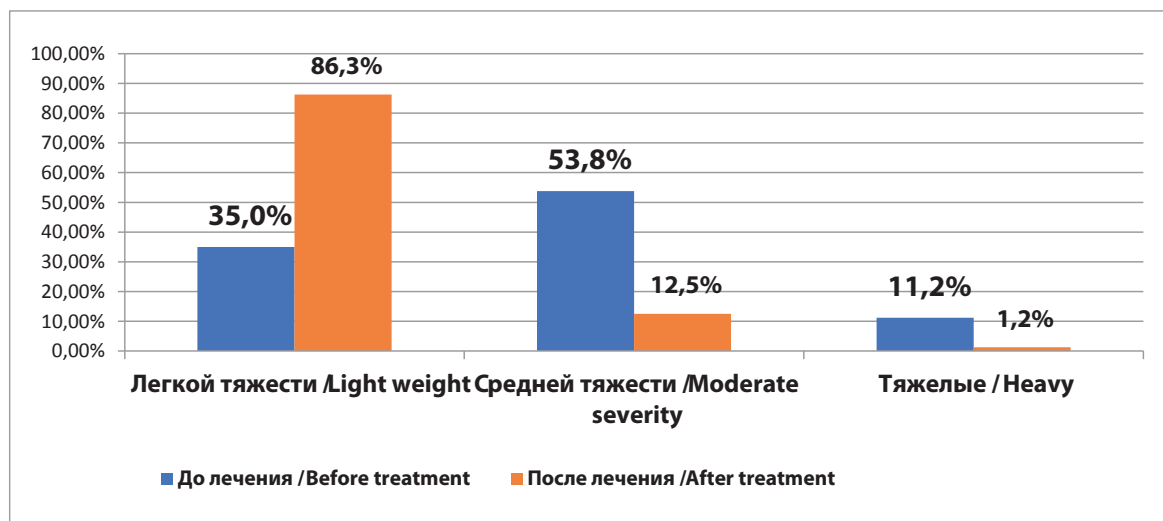
Показатели / Indicators	Основная группа (n=34) / Study group (n=34)		Группа сравнения (n=30) / Comparison group (n=30)	
	До лечения / Before treatment	После лечения / After treatment	До лечения / Before treatment	После лечения / After treatment
ИТ / IT	$3,85 \pm 0,25$	$2,56 \pm 0,78^*$	$3,35 \pm 0,62$	$2,15 \pm 0,58$
СО / TD	$13,23 \pm 1,39$	$6,25 \pm 1,25^*$	$16,30 \pm 1,83$	$13,70 \pm 1,65$
ВК / VC	$1,25 \pm 0,18$	$1,47 \pm 0,86$	$1,47 \pm 0,21$	$1,27 \pm 0,85$
ИНР / PDI	$11,53 \pm 0,05$	$8,62 \pm 0,96^*$	$10,85 \pm 0,93$	$9,90 \pm 0,86$

**Примечание:** Достоверность различий до и после лечения: \* –  $p < 0,05$

**Note:** Reliability of differences before and after treatment: \* –  $p < 0,05$

Под влиянием курса нормобарической гипокситерапии у большинства детей (80,0%) уменьшались проявления метеозависимости, в частности, снизились метеопатические реакции в дни с выраженными условиями погодной гипоксии, изменилась структура тяжести погодообусловленных обострений. Уменьшились реакции средней степени тяжести у 76,7% детей,

тяжелые реакции сохранялись лишь у одного ребенка. В группе детей с легкими проявлениями метеопатологии на фоне курса лечения, даже в дни с резкими колебаниями метеопараметров положительные сдвиги и улучшение клинической симптоматики сохранялись. В группе сравнения динамика уменьшения повышенной метеочувствительности была менее выраженной.



**Рис. 3.** Динамика степени тяжести метеопатических реакций у детей с бронхиальной астмой

**Fig. 3.** Dynamics of severity of meteoropathic reactions in children with bronchial asthma

Таким образом, на основании проведенных исследований выявлены типы сезонных закономерностей в формировании биотропных погодных условий в Московском мегаполисе, являющиеся фактором риска развития погодообусловленных обострений, и проявлений повышенной метеочувствительности у детей с БА, определена частота формирования повышенной метеолабильности у таких пациентов. Установлена эффективность нормобарической гипокситерапии как метода профилактики метеопатических реакций у детей с бронхиальной астмой.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. По данным анализа ежедневных метеорологических параметров, предоставленных Метеобюро Москвы и Московской области, установлено, что гипоксический и спастический эффекты атмосферы являются внешним фактором риска развития погодообусловленных обострений. Биотропные погодные условия с гипоксическим эффектом преобладали летом и осенью (41,3% и 25,3%, соответственно), со спастическим эффектом – зимой и осенью (63,3% и 52,7%, соответственно).

2. Частота повышенной метеочувствительности зарегистрирована у 80 (74,8%) детей с бронхиальной астмой.

3. Научно обоснована возможность и эффективность применения нормобарической гипокситерапии в качестве метода профилактики метеопатических реакций у детей с бронхиальной астмой. Зарегистрировано положительное влияние метода на клинические симптомы, бронхиальную проходимость, психоэмоциональный статус детей с бронхиальной астмой.

4. Доказана терапевтическая эффективность нормобарической гипокситерапии у 92,5% детей, достоверно более высокая, чем у детей группы сравнения, не получавших нормобарическую гипокситерапию (77,5%,  $p < 0,05$ ).

5. Под влиянием нормобарической гипокситерапии установлено снижение проявлений повышенной метеочувствительности у большинства детей, уменьшение реакций средней степени тяжести и тяжелых проявлений погодообусловленных обострений, что свидетельствует о патогенетической обоснованности метода нормобарической гипокситерапии в профилактике повышенной метеочувствительности у детей с бронхиальной астмой.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

### Информация об авторах:

**Лян Наталья Анатольевна**, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела медицинской реабилитации детей и подростков, Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы; доцент кафедры восстановительной медицины восстановительной медицины, реабилитации и курортологии, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России.

E-mail: nlyan@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1566-2739>

**Уянаева Асият Ивановна**, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела медицинской реабилитации, Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы.

E-mail: a.ujanaewa@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-6654-2289>

**Рассулова Марина Анатольевна**, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора, Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы. E-mail: drrassulovama@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9566-9799>

**Тупицына Юлия Юрьевна**, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, отдел медицинской реабилитации, Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы.

E-mail: juliat47@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-6491-4501>

**Иванова Ирина Ивановна**, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры физической и реабилитационной медицины с курсом клинической психологии и педагогики, Центральная государственная медицинская Академия Управления делами Президента Российской Федерации.

E-mail: i.ivanova@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8943-9321>

**Калиновская Ирина Ивановна**, кандидат медицинских наук, главный врач, Детский бронхолегочный санаторий № 15 Департамента здравоохранения города Москвы.

E-mail: super\_irina@bk.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3327-4687>

**Вклад авторов:**

Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом:

Лян Н.А. – разработка концепции и дизайна исследования, написание текста рукописи; Уянаева А.И. – отбор и обследование пациентов, редактирование статьи, написание текста рукописи;

Рассулова М.А. – анализ и интерпретация данных;

Тупицына Ю.Ю. – статистическая обработка полученного материала;

Иванова И.И. – статистическая обработка данных;

Калиновская И.И. – отбор и обследование пациентов, обработка полученного материала.

**Источник финансирования:**

Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

**Конфликт интересов:**

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

**ADDITIONAL INFORMATION****Information about the authors:**

**Natalya A. Lyan**, Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher of the Department of Children and Adolescents Medical Rehabilitation, Moscow Scientific Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Department of Healthcare; Associate Professor of the Department of Restorative Medicine of Restorative Medicine, Rehabilitation and Balneology, Sechenov First Moscow State Medical University.

E-mail: nlyan@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1566-2739>

**Asiyat I. Uyanaeva**, Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher of the Department of Medical Rehabilitation, Moscow Scientific Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Department of Healthcare.

E-mail: a.uyanaewa@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-6654-2289>

**Marina A. Rassulova**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Associate Director, Moscow Scientific Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Department of Healthcare.

E-mail: drrassulovama@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9566-9799>

**Yulia Yu. Tupitsyna**, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher of the Department of Medical Rehabilitation, Moscow Scientific Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Department of Healthcare.

E-mail: juliat47@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-6491-4501>

**Irina I. Ivanova**, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Professor of the Department of Physical and Rehabilitation Medicine with a Course of Clinical Psychology and Pedagogy, Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of the Russian Federation.

E-mail: i.ivanova@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8943-9321>

**Irina I. Kalinovskaya**, Cand. Sci. (Med.), Chief Medical Officer, Children's Bronchopulmonary Sanatorium No. 15, Moscow Department of Healthcare.

E-mail: super\_irina@bk.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3327-4687>

**Authors' contributions:**

All authors confirm their authorship according to the 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 contribution:

Lyan N.A. – development of the concept and design of the study, writing the text of the manuscript;

Uyanaeva A.I. – selection and examination of patients, editing of the article, writing the text of the manuscript;

Rassulova M.A. – analysis and interpretation of data;

Tupitsyna Yu.Yu. – statistical processing of the received material;

Ivanova I.I. – statistical data processing;

Kalinovskaya I.I. – selection and examination of patients, processing of the received material.

**Funding Source:**

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

**Disclosure:**

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



## Список литературы/References

1. Global Initiative on Bronchial Asthma (GINA) 2020 Online Appendix. (Electronic resource). Available at: [https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2020/04/GINA-2020-Appendix\\_final-wms.pdf](https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2020/04/GINA-2020-Appendix_final-wms.pdf) (accessed 19.07.2022).
2. Бокова Т.А., Карташова Д.А., Троицка Е.В. Заболеваемость бронхиальной астмой детей в Московской области: эпидемиологическая характеристика. РМЖ. 2022; (2): 2-5. [Bokova T.A., Kartashova D.A., Troitska E.V. The incidence of bronchial asthma in children in the Moscow region: epidemiological characteristics. *RMJ*. 2022; (2): 2-5. (In Russ.)]
3. Лян Н.А., Хан М.А., Турова Е.А., Иванова И.И., Петрова М.С. Бокова И.А. Медицинская реабилитация детей с бронхиальной астмой. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2021; 98(2): 70-78. <https://doi.org/10.17116/kurort20219802170> [Lyan N.A., Khan M.A., Turova E.A., Ivanova I.I., Petrova M.S. Bokova I.A. Medical rehabilitation of children with bronchial asthma. *Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoi kultury*. 2021;98 (2): 70-78. <https://doi.org/10.17116/kurort20219802170> (In Russ.)]
4. Elnaggar R.K. A randomized placebo-controlled study investigating the efficacy of inspiratory muscle training in the treatment of children with bronchial asthma. *Journal of Asthma*. 2021; 58(12): 1661-1669. <https://doi.org/10.1080/02770903.2020.1821058>
5. Agache I., Sampath V., Aguilera J., Akdis C.A., Akdis M., Barry M et al. Climate change and global health: A call to more research and more action. *Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2022; 77(5): 1389-1407. <https://doi.org/10.1111/all.15229>
6. Уянаева А.И., Хан М.А., Тупицына Ю.Ю., Чукина И.М., Лян Н.А., Максимова Г.А. Климатотерапия в лечении и реабилитации детей с бронхиальной астмой, осложненной повышенной метеочувствительностью. Аллергология и иммунология в педиатрии. 2020; 3 (62): 23-28. <https://doi.org/10.24411/2500-1175-2020-00003> [Uyanaeva A.I., Khan M.A., Tupitsyna Y.Y., Chukina I.M., Lyan N.A., Maksimova G.A. Climatotherapy in treatment and rehabilitation of children with bronchial asthma complicated with increased meteosensitivity. *Allergology and Immunology in Pediatrics*. 2020; 62(3): 23-28. <https://doi.org/10.24411/2500-1175-2020-00003> (In Russ.)]
7. Григорьев К.И., Поважная Е.Л. Проблема повышенной метеочувствительности у детей и подростков. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2018; 63(3): 84-90. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2018-63-3-84-90> [Grigoryev K.I., Povazhnaya E.L. The Problem of Increased Meteosensitivity in Children and Adolescents. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics)*. 2018; 63(3): 84-90. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2018-63-3-84-90> (In Russ.)]
8. Шерхова Л.К., Шерхов З.Х., Хандохов Т.Х., Боготова З.И., Тхазапличев А.В., Шерхова А.З., Кипкеева Л.А. Влияние интервальной гипоксической тренировки на функциональное состояние центральной нервной системы детей. Научные известия. 2018; (13): 98-105. [Sherkhova L.K., Sherkhov Z.Kh., Khandokhov T.Kh., Bogatova Z.I., Tkhasaplishchv A.V., Sherkhova A.Z., Kipkeeva L.A. The Influence of Interval Hypoxic Training on the Functional Status Central Nervous System of Children. *Scientific News*. 2018; (13): 98-105 (In Russ.)]
9. Борукаева И.Х., Шаваева Ф.В., Шагумов К.Ю., Биногерова З.Х. Интервальная гипоксическая тренировка и энтеральная оксигенотерапия в лечении детей с бронхиальной астмой. Современные проблемы науки и образования. 2018; (2): 64 с. [Borukaeva I.Kh., Shavaeva F.V., Shkhagumov K.Yu., Binogeroва Z.Kh. Interval Hypoxic Training and Enteral Oxygenotherapy in Treatment of Children with Bronchial Asthma. *Modern Problems of Science and Education*. 2018; (2): 64 p. (In Russ.)]
10. Иванов А.Б., Борукаева И.Х., Абазова З.Х., Шагумов К.Ю., Молов А.А. Интервальная гипокситерапия в лечении больных бронхиальной астмой с учетом хронотипов. Ульяновский медико-биологический журнал. 2021; (2): 125-135. <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2021-2-125-135> [Ivanov A.B., Borukaeva I.Kh., Abazova Z.Kh., Shkhagumov K.Yu., Molov A.A. Intermittent hypoxic therapy in the treatment of bronchial asthma patients with various chronotypes. *Ul'yanovskiy Mediko-Biologicheskii Zhurnal*. 2021; (2): 125-135. <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2021-2-125-135> (In Russ.)]
11. Уянаева А.И., Погонченкова И.В., Тупицына Ю.Ю., Максимова Г.А., Турова Е.А., Львова Н.В., Лямина Н.П., Харисов Н.Ф. Современная медико-метеорологическая оценка погоды Москвы и эффективность немедикаментозных методов коррекции повышенной метеочувствительности у пациентов с заболеваниями суставов. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2020; 97(5): 60-69. <https://doi.org/10.17116/kurort20209705160> [Uyanaeva A.I., Pogonchenkova I.V., Tupitsyna Yu.Yu., Maksimova G.A., Turova E.A., Lvova N.V., Lyamina N.P., Kharisov N.F. Modern medical and meteorological assessment of Moscow weather and the effectiveness of non-drug methods of increased meteosensitivity correction in patients with joint diseases. *Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoi kultury*. 2020; 97(5): 60-69. <https://doi.org/10.17116/kurort20209705160> (In Russ.)]
12. Уянаева А.И., Тупицына Ю.Ю., Львова Н.В., Максимова Г.А. Комплексная оценка степени биотропности погод московского мегаполиса для организма человека. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2021; 98(3-2): 197 с. <https://doi.org/10.17116/kurort20219803221> [Uyanaeva A.I., Tupitsyna Yu.Yu., Lvova N.V., Maksimova G.A. Comprehensive assessment of the degree of biotropicity of the weather of the Moscow metropolis for the human body. *Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoi kultury*. 2021; 98(3-2): 197 p. <https://doi.org/10.17116/kurort20219803221> (In Russ.)]

