

<https://doi.org/10.17816/PED11365-72>

АКУСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЕГОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ У ДЕТЕЙ С БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ НА ФОНЕ ОДНОКРАТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

© Н.Л. Потапова, И.Н. Гаймоленко

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Читинская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Чита

Для цитирования: Потапова Н.Л., Гаймоленко И.Н. Акустическая оценка легочной вентиляции у детей с бронхиальной астмой на фоне однократного воздействия микроволнового излучения // Педиатр. – 2020. – Т. 11. – № 3. – С. 65–72. <https://doi.org/10.17816/PED11365-72>

Поступила: 03.04.2020

Одобрена: 18.05.2020

Принята к печати: 23.06.2020

Актуальность. Заболевания органов дыхания детского возраста, протекающие с обструктивным синдромом, представляют одну из самых серьезных проблем из-за риска перехода в хронические формы. Хронический процесс сопровождается снижением легочной вентиляции, что обуславливает поиск эффективных методов комплексной терапии заболеваний. **Целью** настоящего исследования явилась оценка динамики акустических показателей легочной вентиляции у детей с бронхиальной астмой на фоне неинвазивного нетеплового микроволнового излучения. **Материалы и методы.** Обследовано 122 ребенка с бронхиальной астмой в возрасте от 3 до 17 лет. 113 пациентам однократно проведен сеанс неинвазивной микроволновой терапии аппаратом «Астер». Сравнение акустических характеристик легочной вентиляции проведено с учетом степени тяжести болезни и возраста детей с бронхиальной астмой. Акустическая оценка вентиляционной функции проводилась с помощью комплекса компьютерной бронхофонографии «Паттерн-01» до процедуры «Астер», через 5 и 15 мин. У 20 (16,4 %) пациентов с бронхиальной астмой проведена оценка динамики кашля на фоне терапии аппаратом «Астер» в течение 7 дней. **Результаты.** Улучшение бронхиальной проходимости регистрировалось при бронхиальной астме легкого течения во всех возрастных группах. В группе среднетяжелой астмы воздействие электромагнитного излучения приводило к существенному уменьшению вентиляционных нарушений у детей 7–11 лет. По мере взросления пациентов, а также при тяжелом течении бронхиальной астмы отмечена наименьшая динамика параметров легочной вентиляции на фоне терапии «Астер». Использование электромагнитного излучения дополнительно к традиционной базисной терапии в течение 7 дней приводит к более быстрому регрессу кашля у пациентов с бронхиальной астмой. **Выводы.** Сочетание традиционной базисной терапии с электромагнитным нетепловым излучением у пациентов с бронхиальной астмой уменьшает обструктивные нарушения легочной вентиляции и способствует более быстрому регрессу кашля.

Ключевые слова: бронхиальная астма; дети; микроволновая терапия; «Астер».

ACOUSTIC ASSESSMENT OF PULMONARY VENTILATION IN CHILDREN WITH BRONCHIAL ASTHMA ON THE BACKGROUND OF A SINGLE EXPOSURE TO MICROWAVE RADIATION

© N.L. Potapova, I.N. Gaymolenko

Chita State Medical Academy, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Chita, Russia

For citation: Potapova NL, Gaymolenko IN. Acoustic assessment of pulmonary ventilation in children with bronchial asthma on the background of a single exposure to microwave radiation. *Pediatrician (St. Petersburg)*. 2020;11(3):65-72. <https://doi.org/10.17816/PED11365-72>

Received: 03.04.2020

Revised: 18.05.2020

Accepted: 23.06.2020

Summary. Diseases of the respiratory organs of children, occurring with obstructive syndrome, represent one of the most serious problems in terms of transition to chronic forms. The chronic process is accompanied by a decrease in pulmonary ventilation, which leads to the search for effective methods of complex therapy of diseases. **The purpose** of this study was to evaluate the dynamics of acoustic indicators of pulmonary ventilation in children with bronchial asthma, against the background of non-invasive non-thermal microwave radiation. **Materials and methods.** 122 children with bronchial asthma aged from 3 to 17 years were examined. 113 patients underwent a single session of non-invasive microwave therapy with the Aster device. Comparison of acoustic characteristics of pulmonary ventilation was carried out taking into account the severity of the disease and the age of children with bronchial asthma. Acoustic assessment of ventilation function was performed using the computer bronchophonography complex Pattern-01 before the Aster procedure, after 5 and 15 minutes. In 20 (16.4%) patients with bronchial asthma, the dynamics of cough was evaluated against the background of Aster therapy for 7 days.

Results. Improvement of bronchial patency was registered in all age groups with mild bronchial asthma. In the group of moderate asthma, exposure to electromagnetic radiation led to a significant reduction in ventilation disorders in children aged 7–11 years. As patients grow older, as well as with severe bronchial asthma, the smallest dynamics of the parameters of pulmonary ventilation was observed against the background of Aster therapy. The use of electromagnetic radiation in addition to traditional basic therapy for 7 days leads to a faster regression of cough in patients with bronchial asthma. **Conclusion.** The combination of traditional basic therapy with electromagnetic non-thermal radiation in patients with bronchial asthma reduces obstructive pulmonary ventilation disorders and promotes faster cough regression.

Keywords: bronchial asthma; children, microwave therapy; Aster.

ВВЕДЕНИЕ

Гетерогенность бронхообструктивного синдрома (БОС) является предметом значительного практического интереса педиатров, аллергологов и пульмонологов. За последние 10 лет существенно расширены представления о деталях патогенеза синдрома обструкции дыхательных путей [2, 8]. Однако не вызывает сомнения, что для объективности оценки достижения клинического эффекта при заболеваниях, сопровождающихся БОС, необходимо учитывать и дополнительные критерии, в частности такие, как реакция бронхиального дерева в ответ на терапевтическое воздействие. В контексте подбора комплексных методов лечения в настоящее время рассматривается сочетание базисной и альтернативной терапии обструкции бронхов [7]. Проведенные ранее исследования свидетельствуют о положительных результатах применения нетеплового микроволнового излучения при затяжном кашле и заболеваниях органов дыхания с синдромом бронхообструкции [3]. Оценку эффективности аппарата «Астер» при бронхиальной астме (БА) проводили длительно, курсом от 8 до 14 процедур, при этом в одном случае не выявлено отчетливого бронхолитического эффекта, в другом — зарегистрирована тенденция к увеличению показателей, отражающих бронхиальную проходимость, снижение кратности применения β_2 -агонистов, быстрая регрессия дневных и ночных симптомов болезни [10].

Полученные результаты противоречивы и нет отчетливых данных, объясняющих механизм воздействия на дыхательные пути, возможность и рациональность применения сверхслабых электромагнитных волн у пациентов различных возрастных групп с разной тяжестью БА [12, 13].

Цель работы — проведение акустической оценки функционального состояния бронхолегочной системы у детей при бронхиальной астме различной степени тяжести на фоне однократного микроволнового воздействия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Оценку акустических показателей при однократном воздействии аппарата «Астер» произво-

дили в режиме «пре-эксперимента» (без рандомизации, в качестве контроля использованы исходные данные) [14]. С учетом противоречивых данных о влиянии электромагнитного излучения при бронхолегочных заболеваниях в рамках данной работы с целью возможного уточнения характера изменений легочной вентиляции проводилось однократное применение нетеплового электромагнитного излучения.

В основную группу было первоначально отобрано 122 пациента с БА в возрасте от 3 до 17 лет, давших информированное добровольное согласие на участие в исследовании. Критерием исключения явилось наличие хронических заболеваний в стадии обострения и острых инфекционных заболеваний. В качестве данных контроля использованы исходные показатели самих пациентов.

Диагноз БА выставлен пациентам в соответствии с диагностическими критериями согласительных документов [6]. У 9 пациентов (7 %) регистрировались вирус-индуцированные обострения бронхиальной астмы (бронхообструктивный синдром более 3 раз за последний год, на фоне острой респираторно-вирусной инфекции и отягощенного аллергологического анамнеза). Пациенты с вирус-индуцированными обострениями получали в качестве базисной терапии антагонисты лейкотриеновых рецепторов (монтелукаст), далее они были исключены из последующего исследования. В основной группе обследуемых превалировал аллергический фенотип астмы: у 113 (93 %) пациентов отмечалось повышение уровня IgE, эозинофилия периферической крови. Эти пациенты по степени тяжести БА распределялись следующим образом: дети с БА легкого течения — 33 (29,2 %), среднетяжелое течение астмы — 36 (31,9 %), и с БА тяжелой степени — 44 (38,9 %). На момент госпитализации в отделение пульмонологии Краевой детской клинической больницы г. Чита дети находились в периоде обострения астмы, оценка акустических показателей проводилась на 5–7-й день купирования острого приступа болезни, что не исключало наличия скрытого бронхоспазма.

Всем пациентам основной группы (113 человек) проводили сеанс электромагнитного излучения нетепловой интенсивности при помощи аппарата «Астер»¹ [5]. Продолжительность сеанса электромагнитного излучения составила 7 мин однократно, в соответствии с инструкцией. Обследование проводилось в отдельной комнате без посторонних шумов. Время для повторной оценки бронхиальной проходимости выбрано эмпирически, с учетом субъективного ощущения облегчения дыхания у пациентов. Запись дыхательных циклов производилась в следующих временных точках: T_0 — исходное измерение, T_1 — через 5 мин, и T_2 — через 15 мин после сеанса «Астер». Пациенты получали терапию аппаратом «Астер», бронхолитические препараты исключались в течение 7–8 ч до исследования и, таким образом, не могли повлиять на картину бронхиальной проходимости.

В качестве конечной точки исследования при использовании аппарата «Астер» выбрано улучшение показателей бронхиальной проходимости. При этом результат в конечной точке исследования может быть классифицирован как «есть исход / нет исхода». Результат воздействия электромагнитного излучения на бронхиальную проходимость оценивали при помощи аппарата компьютерной бронхофонографии «Паттерн-01». Для оценки интенсивности акустического феномена дыхания использован коэффициент K_2 (относительная величина, отражающая отношение данных по акустической работе дыхания в высокочастотном диапазоне к акустической работе в низкочастотном диапазоне бронхофонограммы). Коэффициент K_2 характеризует акустическую работу дыхания, совершаемую дыхательной системой для продвижения воздуха на уровне бронхов среднего и мелкого калибра [2–4, 11]. Увеличение K_2 свидетельствует о наличии обструктивных нарушений.

На следующем этапе для оценки динамики клинических симптомов методом случайного отбора сформирована группа А — 20 (17,7 %) пациентов (средний возраст 6,5 года (4,0–9,0)), получавших традиционную базисную терапию в сочетании с сеансами микроволновой терапии в течение 7 дней, ежедневно, 2 раза в сутки. В группу В (группа сравнения) методом случайного отбора включили 12 пациентов (10,6 %) с бронхиальной астмой, сопоставимых по полу и возрасту, получавших только традиционную базисную терапию.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы Statistica Stat

Soft 10.0. Количественные величины представлены как медиана (*Me* 25–75 перцентиль) и относительные (%) величины. Статистическая значимость между несвязанными группами определялась при помощи критерия Манна–Уитни, между связанными — при помощи критерия Уилкоксона. За статистически значимые изменения принимали уровень достоверности $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Всем пациентам проведено стандартное обследование, включающее сбор жалоб, анамнеза, осмотр, лабораторные методы (гемограмма с определением относительного и абсолютного числа эозинофилов, концентрация общего сывороточного иммуноглобулина Е), инструментальные методы (рентгенограмма органов грудной клетки), спирометрия у детей старше 5 лет.

Краткая клиническая характеристика пациентов в зависимости от степени тяжести БА представлена в табл. 1. В основной группе пациенты с легким, среднетяжелым и тяжелым течением БА не отличались по возрасту и полу ($p > 0,05$). 59 (52,3 %) пациентов с тяжелым течением болезни имели отягощенный семейный аллергоанамнез по бронхиальной астме. Аллергический ринит доминировал у 36 (31,8 %) пациентов с тяжелой астмой, частота атопического дерматита в группах значимо не отличалась, составляя 30,3 % (10) — при легкой БА; 36,1 % (11) и 22,7 % (10) при среднетяжелой и тяжелой астме соответственно ($p > 0,05$). Терапия в условиях пульмонологического отделения включала ингаляции суспензии будесонида, ипратропиум бромид / фенотерола через небулайзер. Длительность госпитализации в зависимости от тяжести значимо не отличалась ($p > 0,05$). По результатам лабораторного обследования у пациентов основной группы выявлены эозинофилия и повышение уровня иммуноглобулина Е, более выраженные при среднетяжелом и тяжелом течении БА. Рентгенологическая картина при легком течении астмы у 26 (78,8 %) детей характеризовалась диффузным обогащением легочного рисунка, при тяжелой форме у 21 (47,7 %) пациента определялись признаки гиперинфляции легочной ткани.

Все дети получали базисную терапию не менее трех месяцев до начала исследования: монтелукаст получали 3 (2,6 %) пациента, низкие дозы ингаляционных кортикостероидов (флутиказона пропионат, беклометазона дипропионат, до 250 мкг в сутки) получали 38 (33,6 %) пациентов, средние дозы и высокие дозы (флутиказона пропионат, беклометазона дипропионат, флутиказон/сальметерол, 500–1000 мкг в сутки) — 16 (14,2 %) и 44 (38,9 %)

¹ Регистрационное удостоверение № ФС 022a2005/2581-05 от 19.12.2005.

Таблица 1 / Table 1

Клиническая характеристика пациентов основной группы
Clinical characteristics of patients in the main cohort

Критерии / Criteria	Легкая БА, n = 33 / Light BA, n = 33	Среднетяжелая БА, n = 36 / Moderate BA, n = 36	Тяжелая БА, n = 44 / Severe BA, n = 44
Мальчики/девочки / Boy/girl	20/13	25/11	24/20
Возраст, лет (Me, Q ₂₅ -Q ₇₅) / Age, years (Me, Q ₂₅ -Q ₇₅)	5,5 (2,0-8,0)	7,0 (3,0-9,0)	8,5 (4,0-11,0)
Длительность заболевания, лет (Me, Q ₂₅ -Q ₇₅) / Duration of the disease, years (Me, Q ₂₅ -Q ₇₅)	3,0 (1,5-4,0)	4,0 (3,0-7,0)	6,0 (4,0-9,0)
БА у родителей, абс. (%) / BA in parents, abs. (%)	4 (12,1)	13 (36,1)	23 (52,3)*
Атопический дерматит, абс. (%) / Atopic dermatitis, abs. (%)	10 (30,3)	11 (36,1)	10 (22,7)
Аллергический ринит, абс. (%) / Allergic rhinitis, abs. (%)	6 (14,3)	10 (27,7)	14 (31,8)
Сывороточный иммуноглобулин E, МЕ/мл (Me, Q ₂₅ -Q ₇₅) / Serum immunoglobulin E, IU/ml (Me, Q ₂₅ -Q ₇₅)	88,5 (56,75-128,5)	216,5 (94,0-360,5)	183,5 (154,3-215,6)
Эозинофилы (Me, Q ₂₅ -Q ₇₅) / Eosinophils (Me, Q ₂₅ -Q ₇₅)	182,5 (130,5-351,0)	295,0 (212,0-782,0)	369,5 (208,0-565,8)
Обогащение легочного рисунка, абс. (%) / Enrichment of the lung pattern, abs. (%)	33 (78,6)	30 (83,3)	23 (52,3)
Гиперинфляция легких, абс. (%) / Hyperinflation of the lungs, abs. (%)	2,4 (1)	16,6 (6)	47,7 (21)*
ОФВ1 — Объем форсированного выдоха за первую секунду, л/мин (Me, Q ₂₅ -Q ₇₅) / FEV1 – Forced Expiratory Volume in one second, l/min (Me, Q ₂₅ -Q ₇₅)	76,5 (68,0-89,0)	74,0 (58,0-83,0)	51,0* (46,0-71,0)
Длительность госпитализации, дней (Me, Q ₂₅ -Q ₇₅) / Duration of hospitalization, days (Me, Q ₂₅ -Q ₇₅)	12,0 (9,0-14,0)	14,0 (12,0-14,0)	13,5 (9,5-15,0)

Примечание. * Достоверные различия по критерию Манна–Уитни в сравнении с группой пациентов с легкой бронхиальной астмой — $p < 0,05$. БА — бронхиальная астма. Note. * Significant differences in the Mann–Whitney criterion in comparison with a group of patients with mild asthma: $p < 0.05$. BA – bronchial asthma.

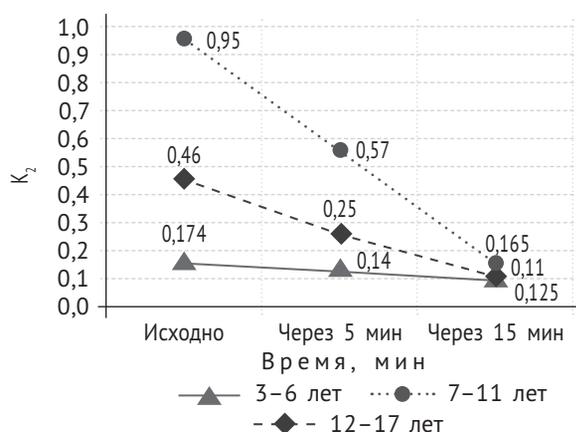


Рис. 1. Динамика коэффициента акустической работы дыхания на уровне мелких бронхов (K_2) при электромагнитном воздействии аппарата «Астер» у пациентов с легкой бронхиальной астмой

Fig. 1. Dynamics of the acoustic work of respiration coefficient at the level of small bronchi (K_2) under the electromagnetic influence of "Aster" in patients with mild bronchial asthma

пациента со среднетяжелым и тяжелым течением астмы соответственно.

Акустическая работа дыхания была проанализирована у пациентов с легкой, среднетяжелой и тяжелой бронхиальной астмой. Существенным преимуществом метода оценки вентиляционных нарушений при помощи компьютерного диагностического комплекса «Паттерн-1» является его способность выявлять нарушения, не регистрируемые при аускультации, а также возможность применять данный метод у детей с периода новорожденности, что невозможно при использовании спирометрии. При исходной оценке показателей легочной вентиляции проведен корреляционный анализ между акустическим коэффициентом высокочастотного диапазона (K_2) и объемом форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1), выявлена значимая обратная связь $r_s = -0,61$ ($p < 0,05$), свидетельствующая о снижении бронхиальной проходимости при увеличении акустических показателей. Результаты представлены на рис. 1–3.

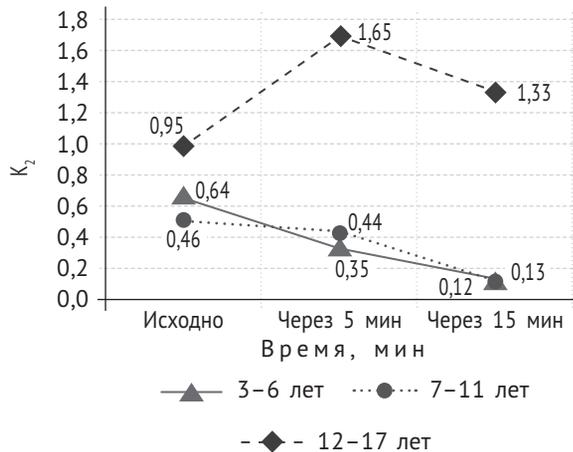


Рис. 2. Динамика коэффициента акустической работы дыхания на уровне мелких бронхов (K_2) при электромагнитном воздействии аппарата «Астер» у пациентов со среднетяжелой бронхиальной астмой

Fig. 2. Dynamics of the coefficient of acoustic work of respiration at the level of small bronchi (K_2) under the electromagnetic influence of "Aster" in patients with moderate bronchial asthma

В ходе нашего исследования воздействие сверхслабыми электромагнитными волнами приводило к снижению акустической работы дыхания, а значит, и уменьшению обструктивных нарушений во всех возрастных подгруппах больных легкой БА. Заметим, что при легком течении заболевания регистрировалась одинаковая направленность изменения бронхиальной проходимости и на 5-й, и на 15-й минуте исследования. Наибольшее снижение K_2 фиксировали у пациентов с легким течением астмы в возрасте 7–11 лет (в 5,7 раза, $p < 0,05$), наименьшее, более плавное — у старшей возрастной подгруппы (12–17 лет) — в 1,4 раза ($p > 0,05$) (рис. 1).

При среднетяжелой бронхиальной астме через 5 мин после воздействия аппарата «Астер» у детей 3–6 и 7–11 лет отмечалось незначимое нарастание акустической работы дыхания на уровне бронхов среднего и мелкого калибра. К 15-й минуте существенный регресс вентиляционных нарушений замечен у пациентов 7–11 лет (в 3,5 раза, $p < 0,05$), тенденция к снижению K_2 среди пациентов 12–17 лет, в сравнении с лицами дошкольного возраста, демонстрирующими некоторое снижение показателей бронхиальной проходимости по сравнению с исходным уровнем (рис. 2).

Проподимость бронхов у пациентов с тяжелой астмой на фоне однократного воздействия электромагнитных волн имела вид некоего «плато» в подгруппах больных 3–6 и 7–11 лет, оставаясь в диапазоне исходных величин к окончанию 15-й минуты

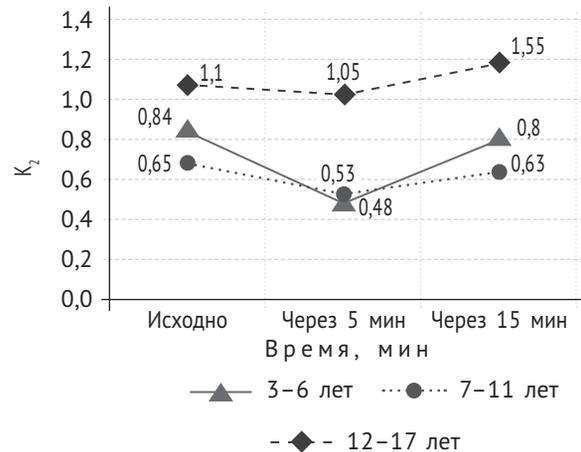


Рис. 3. Динамика коэффициента акустической работы дыхания на уровне мелких бронхов (K_2) при электромагнитном воздействии аппарата «Астер» у пациентов с тяжелой бронхиальной астмой

Fig. 3. Dynamics of the coefficient of acoustic work of respiration at the level of small bronchi (K_2) under the electromagnetic influence of "Aster" in patients with severe bronchial asthma

наблюдения. Среди пациентов 12–17 лет с тяжелым течением БА регистрировали незначительный прирост акустической работы дыхания ($p > 0,05$) (рис. 3).

Мы допускаем, что однократное воздействие электромагнитного излучения может быть непродолжительным, однако улучшение микроциркуляции в стенке бронха приводит к уменьшению отека, улучшению выведения мокроты из бронхов, что было отмечено исследователями в ходе длительной терапии (14–20 дней) пациентов с обструктивным бронхитом, бронхиальной астмой и муковисцидозом [1, 2, 9, 12]. В ходе настоящего исследования продемонстрированы признаки улучшения прохождения воздушного потока по дыхательным путям.

Для оценки клинической эффективности воздействия аппарата «Астер» пациенты группы А (20 детей с аллергическим вариантом бронхиальной астмы) получали базисную терапию в сочетании с электромагнитным излучением аппарата «Астер» в течение 7 дней. Пациенты группы В (группа сравнения) получали только базисную терапию. Динамика симптомов заболевания оценивалась по шкале выраженности кашля (0 — отсутствие симптомов, 1 — незначительно, в течение короткого промежутка времени, 2–2–3 коротких эпизода в течение дня, 3 — большую часть дня, вызывают пробуждение в случае ночного сна, 4 — большую часть дня с нарушением дневной активности и сна). Выраженность кашля оценивалась на 1, 3,

Таблица 2 / Table 2

Режимы базисной терапии пациентов с бронхиальной астмой
Basic therapy regimens for patients with bronchial asthma

Группы / Groups	Степень тяжести бронхиальной астмы / The severity of bronchial asthma	Монтелукаст / Montelukast	Ингаляционные кортикостероиды (до 250 мкг/с) / Inhaled corticosteroids (up to 250 mcg/s)	Ингаляционные кортикостероиды (500–1000 мкг/с) / Inhaled corticosteroids (500–1000 mcg/s)
Группа А (базисная терапия + «Астер») / Group A (basic therapy + Aster)	Легкая, $n = 5$ / Light, $n = 5$	3 (15 %)	2 (10 %)	–
	Среднетяжелая, $n = 9$ / Moderate, $n = 9$	–	4 (20 %)	5 (25 %)
	Тяжелая, $n = 6$ / Severe asthma, $n = 6$	–	–	6 (30 %)
Группа В (базисная терапия) / Group B (basic therapy)	Легкая, $n = 3$ / Light, $n = 3$	3 (25 %)	–	–
	Среднетяжелая, $n = 4$ / Moderate, $n = 4$	–	4 (33,3 %)	–
	Тяжелая, $n = 5$ / Severe asthma, $n = 5$	–	–	5 (41,7 %)

Таблица 3 / Table 3

Динамика состояния пациентов групп А и В в зависимости от режима терапии, $Me (Q_{25}-Q_{75})$
Dynamics of the state of patients in groups A and B depending on the treatment regimen, $Me (Q_{25}-Q_{75})$

Группы / Groups	Степень тяжести бронхиальной астмы / The severity of bronchial asthma	Кашель, баллы / Cough, points			
		1-й день / 1 day	3-й день / 3 day	5-й день / 5 day	7-й день / 7 day
Группа А (базисная терапия + «Астер») / Group A (basic therapy + Aster)	Легкая, $n = 5$ / Light, $n = 5$	2 (1–2)	1 (1–1)	1 (0–1)	0 (0–1)
	Среднетяжелая, $n = 9$ / Moderate, $n = 9$	3 (1–3)	2 (1–2)	1 (0–1)	1 (1–1)
	Тяжелая, $n = 6$ / Severe asthma, $n = 6$	3 (2–3)	2 (2–2)	1(1–2)	1(0–2)
Группа В (базисная терапия) / Group B (basic therapy)	Легкая, $n = 3$ / Light, $n = 3$	2 (2–3)	2 (2–2)	1 (1–2)	0 (0–1)
	Среднетяжелая, $n = 4$ / Moderate, $n = 4$	2,5 (2–3)	2 (0–2)	2 (1–2)	1 (0–1)
	Тяжелая, $n = 5$ / Severe asthma, $n = 5$	3 (3–3)	3 (2–3)	2 (2–2)	1,5 (1–2)

Примечание. Достоверные различия в сравниваемых группах не выявлены: $p > 0,05$. Note. No significant differences were found in the compared groups: $p > 0,05$.

5 и 7-й дни. Режимы базисной терапии представлены в табл. 2.

Динамика состояния детей в группах А и В на фоне разных режимов терапии отображена в табл. 3.

В первые дни динамика выраженности кашля на фоне традиционной терапии и лечения в сочетании с аппаратом «Астер» практически одинакова, однако у детей, получавших физиотерапию электромагнитным излучением, к 5-му дню лечения купировался ночной кашель и к 7-му — беспокоил их незначительно, в течение короткого промежутка,

тогда как у 6 (50 %) пациентов группы В к данной точке исследования сохранялись 2–3-кратные эпизоды приступообразного кашля. При этом акустический коэффициент K_2 снижался с исходного 0,63 до 0,1 ($p < 0,05$), что также свидетельствует об уменьшении обструктивных нарушений легочной вентиляции.

Таким образом, однократное применение электромагнитного излучения меняет акустические показатели легочной вентиляции. Наименее лабильной при однократном микроволновом воздействии является акустическая работа дыхания детей стар-

шей возрастной группы и тяжелого течения бронхиальной астмы.

Сочетание базисной терапии с электромагнитным излучением в течение 7 дней вызывало более выраженный эффект на клиническое состояние в данные сроки.

Слабой стороной данного исследования является небольшое число пациентов, получавших традиционную терапию в комбинации с электромагнитным воздействием нетепловой интенсивности аппарата «Астер», что не позволяет провести достоверную акустическую оценку функционального состояния бронхолегочной системы и определяет необходимость дальнейших исследований.

ВЫВОДЫ

Резюмируя полученные результаты, мы делаем следующие выводы:

1. При однократном воздействии сверхслабых электромагнитных волн нетепловой интенсивности регистрируется наибольшее изменение акустических показателей у пациентов с легким течением бронхиальной астмы в возрастных группах 3–6, 7–11 и 12–17 лет, в группе 7–11 лет при средне-тяжелой бронхиальной астме, минимальное — при тяжелом течении БА.

2. Возможным ответом на однократное воздействие сверхслабых волн нетепловой интенсивности (как дополнение к базисной терапии) у пациентов с бронхиальной астмой является улучшение бронхиальной проходимости.

ЛИТЕРАТУРА

- Будневский А.В., Бурлачук В.Т., Чернов А.В., и др. Роль нетеплового электромагнитного излучения в достижении контроля над бронхиальной астмой // Пульмонология. – 2014. – № 3. – С. 78–82. [Budnevskiy AV, Burlachuk VT, Chernov AV, et al. Rol' neteplovogo elektromagnitnogo izlucheniya v dostizhenii kontrolya nad bronkhial'noy astmoy. *Pul'monologiya*. 2014;(3): 78-82. (In Russ.)]
- Геппе Н.А., Иванова Н.А., Камаев А.В., и др. Бронхиальная обструкция на фоне острой респираторной инфекции у детей дошкольного возраста: диагностика, дифференциальная диагностика, терапия, профилактика. – М.: МедКом-Про, 2019. [Geppe NA, Ivanova NA, Kamaev AV, et al. Bronkhial'naya obstruktsiya na fone ostroy respiratornoy infektsii u detey doshkol'nogo vozrasta: diagnostika, differentsial'naya diagnostika, terapiya, profilaktika. Moscow: MedKom-Pro; 2019. (In Russ.)]
- Геппе Н.А., Шаталина С.И., Крылова Н.А., Малышев В.С. Физиотерапевтическое лечение детей с обструктивным бронхитом и затяжным кашлем // Сеченовский вестник. – 2014. – № 2. – С. 49–53. [Geppe NA, Shatalina SI, Krylova NA, Malyshev VS. Fizioterapevticheskoe lechenie detey s obstruktivnym bronkhitom i zatyazhnym kashlem. *Sechenovskii vestnik*. 2014;(2):49-53. (In Russ.)]
- Лерхендорф Ю.А., Лукина О.Ф., Петрениц Т.Н., Делягин В.М. Бронхофонография у детей 2–7 лет при бронхообструктивном синдроме // Практическая медицина. – 2017. – № 2. – С. 134–137. [Lerkhendorf YuA, Lukina OF, Petrenets TN, Delyagin VM. *Prakticheskaya meditsina*. 2017;(2):134-137. (In Russ.)]
- Малышев В.С., Мельникова И.М., Мизерницкий Ю.Л., и др. Опыт использования компьютерной бронхофонографии в педиатрической практике // Медицинский совет. – 2019. – № 2. – С. 188–193. [Malyshev VS, Melnikova IM, Mizernitskiy YuL, et al. Experience in using computer bronchophonography in paediatric practice. *Meditsinskiy sovet*. 2019;(2): 188-193. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2019-2-188-193>.
- Национальная программа «Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактика». – М.: Оригинал-макет, 2017. – 160 с. [Natsional'naya programma "Bronkhial'naya astma u detey. Strategiya lecheniya i profilaktika". Moscow: Original-maket; 2017. 160 p. (In Russ.)]
- Овчинникова А.Н., Рассулова М.А., Куандыкова М.В. Физиотерапевтические методы лечения заболеваний органов дыхания // Астма и аллергия. – 2018. – № 1. – С. 3–7. [Ovchinnikova AN, Rassulova MA, Kuan-dykova MV. Fizioterapevticheskie metody lecheniya zaboolevaniy organov dykhaniya. *Astma i allergiya*. 2018;(1):3-7. (In Russ.)]
- Петрова А.И., Гаймоленко И.Н., Терешков П.П. Клинико-иммунологические маркеры течения острого обструктивного бронхита у детей дошкольного возраста // Сибирское медицинское обозрение. – 2019. – № 6. – С. 32–36. [Petrova AI, Gaymolenko IN, Tereshkov PP. Clinical and immunological markers of acute obstructive bronchitis in preschool children. *Siberian medical review*. 2019;(6):32-36. (In Russ.)] <https://doi.org/10.20333/2500136-2019-6-32-36>.
- Потапова Н.Л., Гаймоленко И.Н. Микроволновая терапия бронхиальной астмы у детей // Врач-аспирант. – 2013. – Т. 61. – № 6.2. – С. 272–277. [Potapova NL, Gaymolenko IN. Mikrovolnovaya terapiya bronkhial'noy astmy u detey. *Vrach-aspirant*. 2013;61(6.2):272-277. (In Russ.)]
- Савенкова Н.Д., Джумагазиев А.А., Безрукова Д.А., Райский Д.В. Использование аппарата неинвазивного микроволнового воздействия в реабилитации детей с рецидивирующим бронхитом // Экология человека. – 2017. – № 12. – С. 53–58. [Savenkova ND, Dzhumagaziev AA, Bezrukova DA, Rajsky DV.

- Rehabilitation of children with recurrent bronchitis using a non-invasive apparatus of microwave exposure. *Ecology, human*. 2017;(12):53-58. (In Russ.)
11. Сибира О.Ф., Игнатъева А.В., Гаймоленко И.Н. Бронхиальная проходимость при бронхообструктивном синдроме у детей // Забайкальский медицинский вестник. – 2018. – № 1. – С. 127–132. [Sibira OF, Ignatieva AV, Guymolenko IN. The bronchial patency in broncho-obstructive syndrome in children. *Zabaykal'skiy meditsinskiy vestnik*. 2018;(1):127-132. (In Russ.)]
 12. Тютюнников С.В., Сероклинов В.Н., Чурсин А.А., и др. Опыт применения микроволнового аппарата «Астер» в лечении бронхолегочных заболеваний // Практическая пульмонология. – 2010. – № 3. – С. 47–49. [Tyutyunnikov SV, Seroklinov VN, Chursin AA, et al. Опыт применения микроволнового аппарата "Aster" v lechenii bronkholegochnykh zabolevaniy. *Prakticheskaya pul'monologiya*. 2010;(3):47-49. (In Russ.)]
 13. Хан М.А. Применение электромагнитного излучения (ЭМИ) сантиметрового диапазона нетепловой интенсивности от аппарата «Астер» при заболеваниях органов дыхания у детей. Методические рекомендации. – М.: Медицина, 2011. [Khan MA. Primenenie elektromagnitnogo izlucheniya (EMI) santimetrovogo diapazona neteplovoy intensivnosti ot apparata "Aster" pri zabolevaniyakh organov dykhaniya u detey. Metodicheskie rekomendatsii. Moscow: Meditsina; 2011. (In Russ.)]
 14. Холматова К.К., Харьковская О.А., Гржибовский А.М. Экспериментальные исследования в медицине и здравоохранении: планирование, обработка данных, интерпретация результатов // Экология человека. – 2016. – № 11. – С. 50–58. [Kholmatova KK, Kharkovskaya OA, Grjibovskiy AM. Experimental studies in medicine and public health: planning, data analysis, interpretation of results. *Ecology, human*. 2016;(11): 50-58. (In Russ.)]
 15. Sterling M, Rhee H, Bocko M. Automated Cough Assessment on a Mobile Platform. *J Med Eng*. 2014;2014. <https://doi.org/10.1155/2014/951621>.

◆ Информация об авторах

Наталья Леонидовна Потапова – канд. мед. наук, доцент, заведующий, кафедра поликлинической педиатрии с курсом медицинской реабилитации. ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России, Чита. E-mail: nataliapotap@yandex.ru.

Инесса Никандровна Гаймоленко – д-р мед. наук, профессор, заведующий, кафедра педиатрии. ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России, Чита. E-mail: ingaim@mail.ru.

◆ Information about the authors

Natalya L. Potapova – MD, PhD, Associate Professor, Head Department of Outpatient Pediatrics with a Course of Medical Rehabilitation. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Chita State Medical Academy, Chita, Russia. E-mail: nataliapotap@yandex.ru.

Inessa N. Gaymolenko – MD, PhD, Dr. Med. Sci., Professor, Head Department of Pediatrics. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Chita State Medical Academy, Chita, Russia. E-mail: ingaim@mail.ru.