

ЭНДОАЗАЛЬНАЯ ИНФРАКРАСНАЯ ТЕРМОМЕТРИЯ В ДИАГНОСТИКЕ АЛЛЕРГИЧЕСКОГО ВОСПАЛЕНИЯ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ПОЛОСТИ НОСА У ПАЦИЕНТОВ С БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ

DOI: 10.17691/stm2017.9.4.25

УДК 616.211–018.25–002–056.3–073.584

Поступила 31.07.2017 г.



С.В. Красильникова, ассистент кафедры болезней уха, горла и носа¹;
Е.В. Туш, к.м.н., доцент кафедры госпитальной педиатрии¹;
С.Ю. Бабаев, врач-оториноларинголог, отделение оториноларингологии²;
А.И. Халецкая, аспирант кафедры факультетской и поликлинической терапии¹;
К.С. Попов, клинический ординатор кафедры госпитальной педиатрии¹;
А.А. Новожилов, врач-оториноларинголог, зав. ЛОР-отделением³;
Т.Э. Абубакиров, врач-оториноларинголог, ЛОР-отделение³;
Т.И. Елисеева, д.м.н., профессор кафедры госпитальной педиатрии¹;
С.К. Игнатов, д.х.н., профессор кафедры фотохимии и спектроскопии⁴;
А.В. Шахов, д.м.н., профессор, зав. кафедрой болезней уха, горла и носа¹;
Н.И. Кубышева, д.б.н., старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории
 «Медицинская информатика» Высшей школы информационных технологий
 и информационных систем⁵;
В.Д. Соловьев, д.ф.-м.н., профессор, руководитель научно-исследовательской лаборатории
 «Медицинская информатика» Высшей школы информационных технологий
 и информационных систем⁵

¹Нижегородская государственная медицинская академия, Н. Новгород, 603005,
 пл. Минина и Пожарского, 10/1;

²Центральный клинический военный госпиталь, Москва, 123182, ул. Щукинская, 20;

³Приволжский окружной медицинский центр Федерального медико-биологического агентства России,
 Н. Новгород, 603005, Нижне-Волжская набережная, 2;

⁴Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
 Н. Новгород, 603095, пр. Гагарина, 23;

⁵Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Республика Татарстан, 420008,
 ул. Кремлевская, 18

Для бронхиальной астмы (БА) характерна взаимосвязь с хроническими воспалительными процессами в слизистой оболочке полости носа, лежащими в основе таких заболеваний, как аллергический ринит, хронический риносинусит, аденоидит, полипозный риносинусит. Сложность верификации патологии верхних дыхательных путей, прежде всего аллергического ринита, у пациентов с БА обусловлена полисимптомностью данных заболеваний.

Цель исследования — оценка возможностей эндоназальной ИК-термометрии при диагностике аллергического ринита у пациентов с БА.

Материалы и методы. У 50 детей с БА и аллергическим ринитом и у 15 здоровых, сопоставимых по полу и возрасту, исследована взаимосвязь между эндоназальной температурой, определенной методом бесконтактной ИК-термометрии, и выраженностью симптомов аллергического ринита и синусита, оцененных с использованием опросников TNSS и SNOT-20. Данные сопоставлены с объективными показателями назальной обструкции, определенными методом передней активной риноманометрии.

Результаты. Назальная температура у пациентов с БА и аллергическим ринитом составила 33,77 [33,37; 34,17]°С, что статистически значимо ниже, чем в группе сравнения — 34,98 [34,57; 35,39]°С; $p=0,0006$, при равной температуре тела — 36,55 [36,45; 36,65] и 36,58 [36,40; 36,76]°С соответственно, $p=0,5$. Между значениями назальной температуры и количественной оценкой симптомов синусита у пациентов с БА и аллергическим ринитом установлена отрицательная взаимосвязь, $R=-0,32$; $p=0,02$.

Заключение. У пациентов с БА и аллергическим ринитом выявлено снижение эндоназальной температуры по сравнению со здоровыми, что может служить показателем аллергического воспаления в слизистой оболочке полости носа.

Ключевые слова: эндоназальная инфракрасная термометрия; бронхиальная астма; аллергический ринит.

Для контактов: Елисеева Татьяна Ивановна, e-mail: Eliseevati@yandex.ru

Как цитировать: Krasilnikova S.V., Tush E.V., Babaev S.Yu., Khaletskaya A.I., Popov K.S., Novozhilov A.A., Abubakirov T.E., Eliseeva T.I., Ignatov S.K., Shakhov A.V., Kubysheva N.I., Solovyev V.D. Endonasal infrared thermometry for the diagnosis of allergic inflammation of the nasal mucosa in patients with bronchial asthma. *Modern Tehnologies in Medicine* 2017; 9(4): 201–208, <https://doi.org/10.17691/stm2017.9.4.25>

English

Endonasal Infrared Thermometry for the Diagnosis of Allergic Inflammation of the Nasal Mucosa in Patients with Bronchial Asthma

S.V. Krasilnikova, Assistant, Department of ENT Diseases¹;
E.V. Tush, MD, PhD, Associate Professor, Department of Hospital Pediatrics¹;
S.Yu. Babaev, MD, Department of ENT Diseases²;
A.I. Khaletskaya, PhD Student, Department of Faculty and Polyclinic Therapy¹;
K.S. Popov, Medical Resident, Department of Hospital Pediatrics¹;
A.A. Novozhilov, MD, Head of the Department of ENT Diseases³;
T.E. Abubakirov, MD, Department of ENT Diseases³;
T.I. Eliseeva, MD, DSc, Professor, Department of Hospital Pediatrics¹;
S.K. Ignatov, DSc, Professor, Department of Photochemistry and Spectroscopy⁴;
A.V. Shakhov, MD, DSc, Professor, Head of the Department of ENT Diseases¹;
N.I. Kubysheva, DSc, Senior Researcher, Medical Informatics Research Laboratory of the Higher School of Information Technologies and Information Systems⁵;
V.D. Solovyev, DSc, Professor, Head of Medical Informatics Research Laboratory of the Higher School of Information Technologies and Information Systems⁵

¹Nizhny Novgorod State Medical Academy, 10/1 Minin and Pozharsky Square, Nizhny Novgorod, 603005, Russian Federation;

²Central Clinical Military Hospital, 20 Shchukinskaya St., Moscow, 123182, Russian Federation;

³Privolzhsky District Medical Center of Federal Medico-Biologic Agency of Russia, 2 Nizhne-Volzhsкая naberezhnaya St., Nizhny Novgorod, 603005, Russian Federation;

⁴Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, 23 Prospekt Gagarina, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation;

⁵Kazan Federal University, 18 Kremlyovskaya St., Kazan, Republic of Tatarstan, 420008, Russian Federation

Bronchial asthma (BA) is often associated with chronic inflammatory processes in the nasal mucosa; these processes give rise to allergic rhinitis, chronic rhinosinusitis, adenoiditis, and polypous rhinosinusitis. Due to their multiple symptoms, these diseases of the upper respiratory tract, especially allergic rhinitis, are often difficult to verify in patients with asthma.

The aim of the study was to evaluate the diagnostic potential of endonasal IR thermometry in BA patients suspected of allergic rhinitis.

Materials and Methods. Fifty children diagnosed with both BA and allergic rhinitis and 15 healthy children, matched by gender and age, participated in the study. The endonasal temperature determined with contactless IR thermometry was confronted with the symptoms of allergic rhinitis and sinusitis assessed with the TNSS and SNOT-20 questionnaires. The results were compared with the severity of nasal obstruction as determined through the anterior active rhinomanometry.

Results. The nasal temperature in patients with asthma and allergic rhinitis was 33.77 [33.37; 34.17]°C, which was significantly lower than that in the group of healthy children (34.98 [34.57; 35.39]°C; $p=0.0006$); the body temperature did not differ between the groups (36.55 [36.45; 36.65] and 36.58 [36.40; 36.76]°C respectively; $p=0.5$). We found a negative correlation between the values of nasal temperature and the sinusitis symptom scores in patients with BA and allergic rhinitis ($R=-0.32$; $p=0.02$).

Conclusion. Patients with both BA and allergic rhinitis showed a decreased endonasal temperature in comparison with healthy children; the endonasal temperature can serve an indicator of allergic inflammation of the nasal mucosa.

Key words: endonasal infrared thermometry; bronchial asthma; allergic rhinitis.

Для бронхиальной астмы (БА) характерна взаимосвязь с хроническими воспалительными процессами в слизистой оболочке полости носа, лежащими в

основе таких заболеваний, как аллергический ринит (АР), хронический риносинусит, аденоидит, полипозный риносинусит [1–3]. Данные коморбидные состоя-

ния представляют собой серьезную проблему современной медицины, оказывая негативное влияние на качество жизни пациентов с астмой [3]. В процессе верификации патологии верхних дыхательных путей, прежде всего АР, у пациентов с БА возникают сложности, обусловленные полисимптомностью и многогранностью патогенеза заболеваний, имеющих в основе хроническое воспаление слизистой оболочки носа [4]. Вопросы диагностики патологии верхних дыхательных путей у больных с хроническими обструктивными заболеваниями респираторного тракта активно обсуждаются в последние годы и при ведении пациентов с хронической обструктивной болезнью легких, что подчеркивает универсальность данной проблемы [5].

Аллергический ринит (МКБ-10: J30) — воспалительное заболевание, проявляющееся комплексом симптомов в виде насморка с заложенностью носа, чиханьем, зудом, ринореей, отеком слизистой оболочки носа. Основой патогенеза является IgE-опосредованное воспаление слизистой оболочки носа, формирующееся под влиянием экспозиции причинно-значимых аллергенов у сенсibilизированных пациентов [6].

В клинической практике диагноз АР — многокомпонентный, он основан на выявлении сочетания характерных клинических симптомов болезни — чихания, зуда, ринореи, заложенности носа — с синдромом атопии, подтверждением которого являются характерный аллергологический анамнез и положительные кожные пробы с аэроаллергенами и/или выявление специфических иммуноглобулинов класса Е к респираторным аллергенам в сыворотке крови. Известно, что проявления АР могут иметь связь с клеточным составом слизи полости носа (при АР в 30% случаев наблюдается эозинофилия назального секрета) [7]. Кроме этого, при АР регистрируются и другие биомаркеры аллергического процесса, включая интерлейкины 4, 5, 13, IgE [8–10].

В последние годы многие авторы подчеркивают, что имеется морфологическое и функциональное единство слизистой оболочки полости носа и околоносовых пазух и при развитии воспалительного процесса, в том числе аллергического генеза, неизменно поражается также слизистая оболочка параназальных синусов. Это делает правомочным введение термина «риносинусит» и требует сочетанного изучения воспалительных заболеваний полости носа и параназальных синусов любого генеза [11–13].

IgE-опосредованное воспаление слизистой оболочки носа в области структур остиомеатального комплекса ведет к нарушению дренажа слизи из параназальных синусов [14]. Воспалительный отек слизистой оболочки и застой секрета приводят к нарушениям мукоцилиарного транспорта и вентиляционным нарушениям, что способствует развитию бактериальной инфекции в синусах. Кроме того, последние работы четко продемонстрировали, что воспалительный ответ на назальную провокацию с аллергеном вызывает

изменения не только в слизистой оболочке полости носа, но и в околоносовых пазухах (параназальных синусах) [15, 16].

Предполагается, что температура в дыхательных путях также может служить маркером воспаления и ремоделирования слизистой оболочки у пациентов с аллергическими и иными воспалительными заболеваниями слизистой оболочки дыхательных путей, однако до настоящего времени изучению данных вопросов посвящены лишь единичные исследования [11]. При этом результаты исследований назальной температуры противоречивы даже при изучении когорты здоровых лиц [12, 13].

В настоящее время для измерения температуры используются контактные и бесконтактные методы термометрии. При проведении контактной термометрии измерение температуры слизистой оболочки полости носа проводится посредством прямого наложения температурного датчика на слизистую оболочку. Однако результаты, полученные в недавнем исследовании R.S. Bailey и соавт. [12], показывают, что такие датчики раздражают слизистую оболочку носа, заметно изменяя показания термометра, делая их зависимыми от времени контакта и влияя на корреляцию между оценками назальной проходимости и температурой слизистой оболочки. Авторы делают вывод, что в будущих исследованиях для предотвращения раздражения слизистой оболочки следует отдавать предпочтение разработке и использованию бесконтактных методов измерения температуры [12]. Среди таких методов наиболее доступным является метод инфракрасной (ИК) термометрии.

Цель исследования — оценка взаимосвязи температуры полости носа, измеренной в локусе переднего конца нижней носовой раковины прямым путем с использованием инфракрасной термометрии, с назальными клиническими симптомами и данными передней активной риноманометрии у пациентов с атопической бронхиальной астмой и аллергическим ринитом.

Материалы и методы. Обследовано 50 пациентов (35 мальчиков и 15 девочек) в возрасте от 2 до 17 лет, наблюдающихся по поводу атопической БА, ассоциированной с АР, в Детской городской клинической больнице №1 (Н. Новгород). Исследование проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией, принятой в июне 1964 г. (Хельсинки, Финляндия) и пересмотренной в октябре 2000 г. (Эдинбург, Шотландия), и одобрено Этическим комитетом НижГМА. Информированное согласие получено от всех пациентов в возрасте 15–17 лет и от родителей пациентов, не достигших 15-летнего возраста, согласно Федеральному закону «Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан» от 22 июля 1993 г. №5487-1.

Верификацию БА и АР проводили в соответствии с имеющимися отечественными и международными согласительными документами [14, 15]. У всех детей выявлен симптомокомплекс, характерный для астмы и АР. Была проведена оценка семейного анамнеза,

связанного с атопией (астма, АР, конъюнктивит, атопический дерматит, крапивница), получены положительные результаты кожных тестов или выявлены высокие титры специфических иммуноглобулинов класса Е по крайней мере для одного из наиболее распространенных аэроаллергенов Волго-Вятского региона Российской Федерации.

Все пациенты получали лечение в соответствии с характером и тяжестью болезни. Основными критериями исключения из исследования были наличие лихорадки и/или симптомов бактериальной инфекции со стороны верхних дыхательных путей, включая наличие слизисто-гнояного секрета в полости носа.

Всем пациентам выполнены детальное исследование общесоматического статуса и оториноларингологическое обследование: проведены рутинный оториноларингологический осмотр, риновидеоэндоскопическое обследование по показаниям, риноманометрическое обследование, культуральное исследование посевов со слизистой оболочки полости носа на флору, цитологическое исследование назального секрета, количественная оценка назальных симптомов с использованием тестов Sino-Nasal Outcome Test-20 (SNOT-20) [16] и Total Nasal Symptom Score (TNSS) [17].

Исследования верхних дыхательных путей выполняли в следующей последовательности: 1) определение температуры тела и оценка эндоназальной температуры с помощью ИК-термометрии; 2) передняя активная риноманометрия; 3) визуальный оториноларингологический осмотр, оценка симптомов. Это позволяло снизить вероятность искажения результатов измерения отдельных параметров исследований.

Количественную оценку уровня контроля БА у пациентов проводили с использованием опросника Asthma Control Questionnaire-5 (ACQ-5) [18]. При значениях теста ACQ-5 менее 0,75 балла уровень контроля БА считали полным, при значениях ACQ-5 от 0,75 до 1,5 балла уровень контроля расценивали как частичный, более 1,5 балла — как отсутствие контроля БА [18, 19].

Оценка эндоназальной температуры. Температуру слизистой оболочки носа оценивали с помощью инфракрасного электронного термометра WF-1000 (B. Well, Англия). Измерения проводились через 10 мин после отдыха в сидячем положении. Пациентам предлагалось продолжать свободное носовое дыхание во время получения данных (10 с). Температуру и относительную влажность окружающей среды поддерживали в стабильном состоянии ($23 \pm 1^\circ\text{C}$ и 40–50%). Определение эндоназальной температуры проводили путем помещения инфракрасного датчика в преддверие носа с ориентацией его на передний конец нижней носовой раковины, измерения выполняли строго в фазе выдоха, повторяли три раза в каждой половине носа, среднее значение показателей использовали для статистического анализа. Температуру тела измеряли в слуховом проходе с использованием того же

термометра. В исследование были включены пациенты, температура тела которых не превышала $36,9^\circ\text{C}$ и не была ниже $36,1^\circ\text{C}$.

Физические основы метода бесконтактной ИК-термометрии. Физической основой метода ИК-термометрии является регистрация мощности ИК-излучения в определенном диапазоне длин волн. Мощность, излучаемая с единицы поверхности тела во всех диапазонах длин волн, связана с температурой тела законом Стефана–Больцмана:

$$P = \alpha \sigma T^4.$$

Здесь P — мощность излучения во всем диапазоне длин волн с единицы поверхности, T — абсолютная температура, σ — постоянная Стефана–Больцмана, α — поглощательная способность тела. Если поглощательная способность не зависит от длины волны и $\alpha = 1$, тело называется абсолютно черным, при $0 < \alpha < 1$ тело называется серым. Большинству тканей организма в дальней ИК-области близки свойства серого тела с коэффициентом $\alpha \approx 0,95$.

Регистрация мощности излучения может быть произведена различными способами, но в настоящее время наиболее распространено использование полупроводниковых сенсоров, регистрируемым сигналом которых является ток, протекающий через устройство. Такая схема определения температуры называется бесконтактной радиационной ИК-термометрией. Ее достоинства — неинвазивность, быстрота, простота использования, низкая стоимость. Данный метод имеет несколько особенностей, о которых следует помнить при проведении измерений. Во-первых, поглощательная способность различных тканей организма не одинакова и может изменяться с изменением его состояния. Во-вторых, результаты измерения обычно чувствительны к температуре окружающей среды, поскольку фоновое ИК-излучение увеличивает сигнал сенсора. В-третьих, сенсор регистрирует излучение не с единичной площадки, а из конической области перед собой и, таким образом, размер излучаемой области зависит от расстояния от ткани до сенсора. Более того, на большом расстоянии прибор может регистрировать излучение не только от исследуемой ткани, но и от окружающей области. Таким образом, при проведении измерений необходимо учитывать, что прямое сравнение результатов измерения имеет смысл только для тканей сходной природы при сходных методиках измерения, и соблюдать следующие правила:

при измерениях необходимо поддерживать одинаковую температуру окружающей среды, если в приборе не предусмотрены специальные схемы компенсации;

измерения необходимо выполнять на одинаковом расстоянии сенсора от ткани, причем это расстояние должно обеспечивать совпадение измеряемой площадки («пятна измерения») с исследуемым участком и не захватывать соседние области.

Оценка проходимости верхних дыхательных путей. Респираторную функцию носа оценивали методом передней активной риноманометрии с использованием компьютерного риноманометра Rhino 31 (Atmos, Германия) в соответствии со стандартными международными рекомендациями [20]. Компьютерная программа позволяла получить параметры объема респираторного потока, проходящего через правую и левую половины носа, суммарный объемный поток, величину сопротивления носовых структур для правой и левой половины носа и суммарное носовое сопротивление. Носовое сопротивление автоматически рассчитывалось при давлении 75, 150 и 300 Па/см³/с. Исследование проводили в положении сидя, одну ноздрю пациента полностью obturировали специальным поролоновым валиком и просили пациента спокойно и равномерно дышать с закрытым ртом через силиконовую маску. Результаты измерения отображались в режиме реального времени в виде риноплазмы, а после завершения измерения — в виде диаграммы и сохранялись в памяти компьютера.

Исследование функций внешнего дыхания. Спирографические исследования выполнены с использованием спирометра MasterScreen Pneumo (Jaeger, Германия) в соответствии с имеющимися международными рекомендациями [21]. Оценку параметров внешнего дыхания проводили методом сопоставления их значений с должностными величинами с учетом возраста, роста и пола ребенка [19].

Статистический анализ. Данные представлены в виде Me [Q1; Q3]. Взаимосвязь между эндоназальной температурой, результатами тестов TNSS и SNOT-20 оценивали с использованием линейных моделей, сравнение между величинами проводи-

ли, применяя непарный t-критерий, ANOVA (F), критерии Вилкоксона (W), Краскела–Уоллиса (KWT). Уровень различий считали значимым при p<0,05. Статистические исследования были выполнены с помощью программного обеспечения StatGraphics 9.1 для Windows.

Результаты. Медианные значения теста ACQ-5 (уровень контроля БА) для всех пациентов с БА составили 1,14 [1,03; 1,62] балла, при этом у 23 детей уровень ACQ-5 не превышал 0,75 балла — достигнутый контроль заболевания, у 14 детей находился в пределах 0,75–1,5 балла, у 13 пациентов был выше 1,5 балла — отсутствие контроля БА.

Установлена положительная корреляционная взаимосвязь уровня контроля БА (количественной оценки симптомов по ACQ-5 в баллах) и выраженности симптомов AP (тест TNSS); R=0,49; p=0,0004 (табл. 1). Менее выраженная положительная корреляционная взаимосвязь установлена между результатами теста ACQ-5 (уровень контроля БА) и теста SNOT-20, отра-

Т а б л и ц а 1
Корреляционные взаимосвязи клинических параметров контроля бронхиальной астмы (ACQ-5) и назальных симптомов (TNSS и SNOT-20) у пациентов с бронхиальной астмой, баллов

| Назальный симптом (x) | Уравнение корреляции с ACQ-5 | Коэффициент корреляции R | p |
|-----------------------|------------------------------|--------------------------|--------|
| SNOT-20 | 0,50+0,04 x | 0,31 | 0,03 |
| TNSS | 0,18+0,20 x | 0,49 | 0,0004 |

З д е с ь: ACQ-5 — Asthma Control Questionnaire-5; TNSS — Total Nasal Symptom Score; SNOT-20 — Sino-Nasal Outcome Test-20.

Т а б л и ц а 2

Значения тестов TNSS и SNOT-20, показатели передней риноманометрии (СОП, СС), спирометрические показатели (ОФВ1) у пациентов с различным уровнем контроля бронхиальной астмы, количественно оцененного с использованием теста ACQ-5, Me [Q1; Q3]

| Показатели | ACQ-5, баллы | | | Статистика |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|
| | <0,75 (n=23) | 0,75<ACQ-5<1,5 (n=14) | >1,5 (n=13) | |
| Контроль БА | Полный | Частичный | Отсутствие | F=14,03; p<0,0001 |
| ОФВ1, % | 104,2 [102,7; 105,7] | 96,6 [94,1; 99,4] | 81,2 [78,0; 84,3] | |
| СОП, см ³ /с | 627,2 [517,1; 737,2] | 498,7 [269,6; 727,8] | 341,9 [191,9; 491,8] | F=2,6; p=0,1 KWT=4,5; p=0,11 |
| СС, Па/см ³ /с | 0,29 [0,16; 0,42] | 0,35 [0,17; 0,09] | 0,61 [0,45; 0,78] | F=2,7; p=0,1 KWT=5,0; p=0,08 |
| TNSS, баллы | 3,05 [2,29; 3,80] | 4,77 [3,79; 5,75] | 6,33 [5,31; 7,36] | F=7,03; p=0,002 KWT=10,66; p=0,005 |
| SNOT-20, баллы | 13,45 [10,60; 16,31] | 13,54 [9,82; 17,26] | 20,5 [16,72; 24,37] | F=2,48; p=0,095 KWT=5,77; p=0,056 |

З д е с ь: ОФВ1 — объем форсированного выдоха за 1 с (% от должностных величин); СОП — суммарный объемный поток (см³/с); СС — суммарное сопротивление (Па/см³/с).

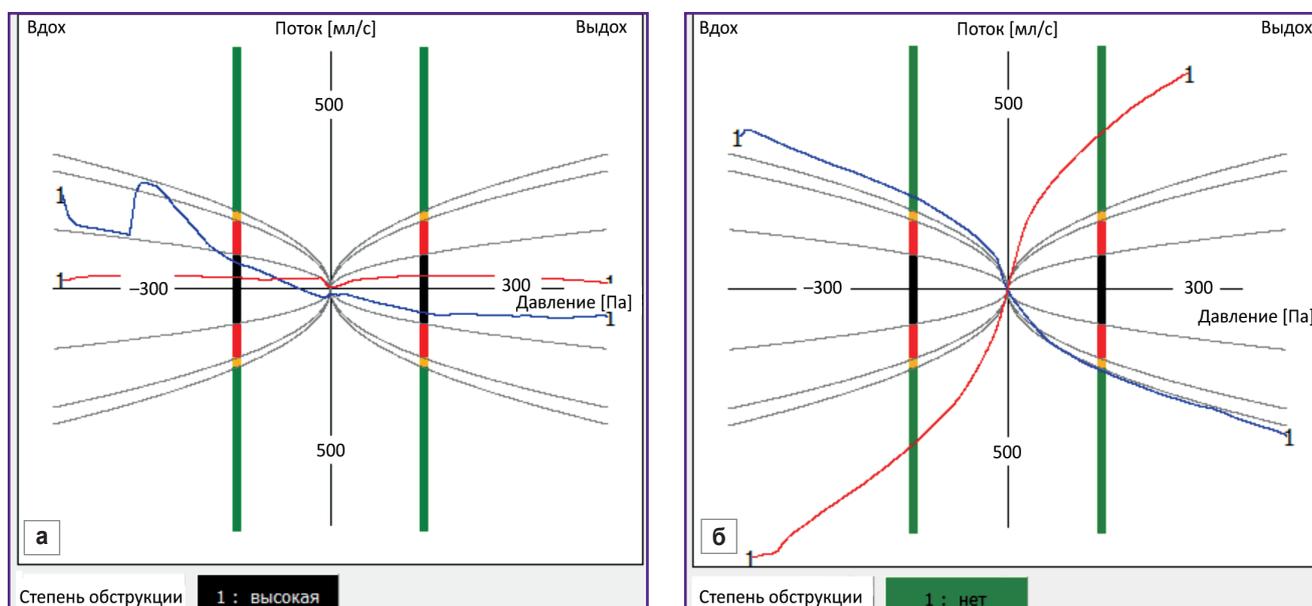
жающего клиническое состояние параназальных синусов; $R=0,31$; $p=0,03$. Это свидетельствует, что симптомы БА и АР у детей с атопической БА достаточно четко связаны между собой, в то время как связь экспрессии симптомов БА и симптомов синусита менее очевидна. В целом полученные данные соответствуют концепции «единые дыхательные пути — единая болезнь» в отношении коморбидности атопической БА и АР [22].

По мере снижения уровня контроля БА наблюдается прогрессивное усиление симптомов АР у данных пациентов (табл. 2), что проявляется увеличением значений теста TNSS в баллах. Различия статистически значимы, $p=0,002$. Выраженность симптомов синусита у пациентов с достигнутым контролем БА и с частичным контролем заболевания в целом идентична, но отчетливо возрастает у детей с отсутствием контроля БА, что согласуется с мнени-

ем о негативном влиянии синусита на достижение контроля БА [23].

При передней активной риноманометрии у всех детей определяли суммарный объемный поток (СОП, $\text{см}^3/\text{с}$) и суммарное сопротивление (СС, $\text{Па}/\text{см}^3/\text{с}$) (см. рисунок). Анализ полученных показателей у детей с атопической БА и в контрольной группе позволил установить, что детям с БА были присущи более низкие значения СОП ($p=0,0001$) и повышены значения СС ($p=0,037$).

Уровень назальной температуры в группе сравнения составил $34,98$ [$34,57$; $35,39$] $^{\circ}\text{C}$, что статистически значимо выше, чем у пациентов с БА — $33,77$ [$33,37$; $34,17$] $^{\circ}\text{C}$; $p=0,0006$ (табл. 3), и сопоставимо с результатами, полученными D.G. Peroni ($33,9\pm 0,7$) $^{\circ}\text{C}$ у пациентов с АР [11]. Значения эндоназальной температуры у здоровых, полученные в нашем исследовании, сопо-



Диаграммы риноманометрического исследования (передняя активная риноманометрия, Rhino 31; Atmos, Германия):

тонкая линия синего цвета — СОП левой половины носа, *тонкая красная линия* — СОП правой половины носа; *слева* — фаза вдоха, *справа* — фаза выдоха; вертикальные линии отображают диапазоны назальной проходимости: *отрезок черного цвета* — СОП в диапазоне от 0 до 200 $\text{см}^3/\text{с}$, что соответствует высокой степени назальной обструкции; *отрезок красного цвета* — СОП в диапазоне от 200 до 400 $\text{см}^3/\text{с}$, что соответствует средней степени назальной обструкции; *отрезок желтого цвета* — СОП от 400 до 455 $\text{см}^3/\text{с}$, что соответствует низкой степени назальной обструкции; *отрезок зеленого цвета* — СОП более 455 $\text{см}^3/\text{с}$, что соответствует нормальной назальной проходимости (отсутствие назальной обструкции);

а — клинический пример 1: пациент С., 8 лет; диагноз: «БА атопическая, средней степени тяжести, обострение (ASQ-5 — 4,6 балла, отсутствие контроля БА). Круглогодичный аллергический ринит, персистирующий, средней степени тяжести, обострение. Искривление носовой перегородки влево. Аденоидные вегетации II степени». СОП как слева (*тонкая линия синего цвета*), так и справа (*тонкая линия красного цвета*) попадает в диапазон от 0 до 200 $\text{см}^3/\text{с}$, что свидетельствует о высокой степени назальной обструкции у данного пациента. У него же получены данные: TNSS — 8 баллов; SNOT-20 — 21 балл; назальная температура $t=33,4^{\circ}\text{C}$; СОП=108 $\text{см}^3/\text{с}$; СС=1,39 $\text{Па}/\text{см}^3/\text{с}$;

б — клинический пример 2: пациент А., 4 года, диагноз: «БА атопическая, легкое интермиттирующее течение, ремиссия (ASQ-5 — 0 баллов, контроль БА — полный). Круглогодичный аллергический ринит, интермиттирующий, легкое течение, ремиссия. Аденоидные вегетации II степени». СОП как слева (*тонкая линия синего цвета*), так и справа (*тонкая линия красного цвета*) попадает в диапазон более 455 $\text{см}^3/\text{с}$, что свидетельствует об отсутствии назальной обструкции у данного пациента. У него же получены данные: TNSS — 1 балл; SNOT-20 — 7 баллов; назальная температура $t=35,6^{\circ}\text{C}$; СОП=592 $\text{см}^3/\text{с}$; СС=0,25 $\text{Па}/\text{см}^3/\text{с}$

Таблица 3

Сравнение назальной температуры у пациентов с бронхиальной астмой и у детей группы контроля ($M \pm m$; Me [Q1; Q3])

| Показатели | Здоровые (n=15) | БА (n=50) | Статистика |
|---------------------------|----------------------|----------------------|------------------|
| Возраст, лет | 9,8±4,2 | 8,7±3,9 | |
| Пол (мальчики/девочки) | 11/4 | 35/15 | |
| ACQ-5 | 0,00 [0,00; 0,00] | 1,14 [1,03; 1,62] | |
| SNOT-20, баллы | 1,6 [-1,1; 4,25] | 16,1 [13,1; 19,1] | W=54; p<0,0001 |
| TNSS, баллы | 0,4 [-0,2; 1,0] | 4,5 [3,7; 5,3] | W=58; p<0,0001 |
| СОП, см ³ /с | 961,7±37,7 | 463,4±222,5 | F=28,8; p=0,0001 |
| СС, Па/см ³ /с | 0,15±0,01 | 0,41±0,27 | F=5,20; p=0,037 |
| Температура тела | 36,58 [36,40; 36,76] | 36,55 [36,45; 36,65] | W=238; p=0,5 |
| Эндонозальная температура | 34,98 [34,57; 35,39] | 33,77 [33,37; 34,17] | W=412; p=0,0006 |

Таблица 4

Корреляционные взаимосвязи назальной температуры (t , °С) с количественной оценкой назальных симптомов (TNSS и SNOT-20, баллы)

| Показатели | Коэффициент корреляции R | Уравнение корреляции | p |
|------------|--------------------------|----------------------|------|
| SNOT-20 | -0,32 | 103,7-2t | 0,02 |
| TNSS | -0,17 | 17,0-0,37t | 0,22 |

ставимы с результатами, опубликованными недавно R.S. Vailey и соавт. [12].

Нами установлено, что эндонозальная температура у пациентов с БА имеет четкую тенденцию к снижению по мере усиления симптомов АР и особенно симптомов, свидетельствующих о вовлечении в патологический процесс параназальных синусов. Это указывает выявленная отрицательная корреляционная взаимосвязь между значениями теста SNOT-20 и показателями назальной термометрии: $R=-0,32$; $p=0,02$ (табл. 4).

Обсуждение результатов. Значимое понижение назальной температуры у пациентов с сочетанием БА и АР, обнаруженное в данном исследовании, позволяет предположить, что аллергическое воспаление, являющееся патогенетической основой АР, характеризуется процессами, не свойственными классическому воспалению, — в частности, отсутствием повышения температуры. Это требует детального исследования, так как в основе этого явления могут лежать определенные закономерности, характеризующие аллергическое воспаление в целом. Возможно, именно единые патофизиологические механизмы аллергического процесса обуславливают тенденцию к гипотермии слизистой оболочки полости носа у пациентов с АР и БА и лежат в основе непереносимости нестероидных противовоспалительных препаратов, характерной для многих дан-

ных пациентов [24]. Кроме того, это может способствовать детализации фармакологических механизмов антилейкотриеновых препаратов, являющихся патофизиологическими антагонистами нестероидных противовоспалительных средств.

Назальная термометрия может рассматриваться и как средство дифференциальной диагностики фенотипов назального воспаления.

Преимуществами ИК-термометрии являются ее неинвазивность и низкая стоимость. Однако в настоящее время бесконтактная термометрия для определения эндонозальной температуры пока не стала оптимальным и универсальным методом. Это обусловлено необходимостью четко выполнять поддержание внешних условий — температуры и влажности окружающего воздуха, а также требованием измерять назальную температуру только в фазу выдоха (необходимость унификации измерений), что затрудняет внедрение метода в широкую медицинскую практику.

Заключение. По данным ИК-термометрии, для пациентов с бронхиальной астмой и аллергическим ринитом характерно снижение эндонозальной температуры по сравнению со здоровыми, что может отражать особенности аллергического воспаления в слизистой оболочке полости носа при аллергическом рините, но требует детального изучения механизмов воспаления и его фенотипов. Использование бесконтактной эндонозальной термометрии, в частности, при аллергическом рините имеет клиническую целесообразность, но для широкого внедрения метода в клиническую практику требуется дальнейшее его совершенствование.

Финансирование исследования. Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Правительства России роста конкурентоспособности Казанского федерального университета и задания в сфере научной деятельности, проект №34.5517.2017/6.7.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсут-

ствии конфликтов интересов, о которых необходимо сообщить.

Литература/References

1. Krasilnikova S.V., Eliseeva T.I., Shakhov A.V., Geppe N.A. Capabilities of nasal videoendoscopy in diagnostics of pharyngeal tonsil condition in children with bronchial asthma. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2016; 8(3): 126–136, <https://doi.org/10.17691/stm2016.8.3.15>.
2. Красильникова С.В., Елисеева Т.И., Ремизова Н.В., Соодаева С.К., Шахов А.В., Прахов А.В. Патология носа и параназальных синусов у детей с бронхиальной астмой. *Пульмонология* 2012; 4: 45–49. Krasil'nikova S.V., Eliseyeva T.I., Remizova N.V., Soodaeva S.K., Shakhov A.V., Prakhov A.V. Nose and paranasal sinuses pathology in children with bronchial asthma. *Russian Pulmonology* 2012; 4: 45–49, <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2012-0-4-45-49>.
3. Krouse J.H. Asthma management for the otolaryngologist. *Otolaryngol Clin North Am* 2017, <https://doi.org/10.1016/j.otc.2017.08.006>.
4. Красильникова С.В., Елисеева Т.И., Шахов А.В., Прахов А.В., Балаболкин И.И. Видеоэндоскопический метод оценки состояния полости носа и носоглотки у детей с бронхиальной астмой. Современные технологии в медицине 2012; (3): 41–45. Krasilnikova S.V., Eliseeva T.I., Shakhov A.V., Prakhov A.V., Balabolkin I.I. Video endoscopic method of estimation state of nasal and pharyngonasal cavity in children with bronchial asthma. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2012; 3: 41–45.
5. Kumar A., Kunal S., Shah A. Incidence and impact of upper airway symptoms in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Bronconeumol* 2017; 53(11): 647–649, <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2017.03.001>.
6. Черняк Б.А., Воржева И.И. Коморбидные заболевания при аллергическом рините. Астма и аллергия 2017; 1: 3–7. Chernyak B.A., Vorzheva I.I. Comorbid diseases in allergic rhinitis. *Astma i allergiya* 2017; 1: 3–7.
7. Mierzejewska A., Jung A., Kalicki B. Nasal cytology as a marker of atopy in children. *Dis Markers* 2017; 2017: 4159251, <https://doi.org/10.1155/2017/4159251>.
8. Zissler U.M., Esser-von Bieren J., Jakwerth C.A., Chaker A.M., Schmidt-Weber C.B. Current and future biomarkers in allergic asthma. *Allergy* 2016; 71(4): 475–494, <https://doi.org/10.1111/all.12828>.
9. Pawankar R., Hayashi M., Yamanishi S., Igarashi T. The paradigm of cytokine networks in allergic airway inflammation. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2015; 15(1): 41–48, <https://doi.org/10.1097/aci.000000000000129>.
10. Badorrek P., Müller M., Koch W., Hohlfeld J.M., Krug N. Specificity and reproducibility of nasal biomarkers in patients with allergic rhinitis after allergen challenge chamber exposure. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2017; 118(3): 290–297, <https://doi.org/10.1016/j.anai.2017.01.018>.
11. Peroni D.G., Cattazzo E., Chinellato I., Piazza M., Tezza G., Boner A.L., Piacentini G.L. Nasal mucosa temperature as a marker of disease in children with allergic rhinitis. *Am J Rhinol Allergy* 2012; 26(4): e115–e118, <https://doi.org/10.2500/ajra.2012.26.3803>.
12. Bailey R.S., Casey K.P., Pawar S.S., Garcia G.J. Correlation of nasal mucosal temperature with subjective nasal

patency in healthy individuals. *JAMA Facial Plast Surg* 2017; 19(1): 46–52, <https://doi.org/10.1001/jamafacial.2016.1445>.

13. Остапкович В.Е., Брофман А.В. Профессиональные заболевания ЛОР-органов. М: Медицина; 1982. Ostapkovich V.E., Brofman A.V. *Professional'nye zabolevaniya LOR-organov* [Occupational diseases of ENT organs]. Moscow: Meditsina; 1982.
14. Global Initiative for Asthma. 2017 GINA Report, *Global Strategy for Asthma Management and Prevention*. URL: <http://ginasthma.org/2017-gina-report-global-strategy-for-asthma-management-and-prevention/>.
15. 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"* [National Program "Bronchial asthma in children. Treatment and prevention strategy"]. Moscow: Original-maket; 2017; 160 p.
16. Piccirillo J.F., Merritt M.G. Jr., Richards M.L. Psychometric and clinimetric validity of the 20-Item Sino-Nasal Outcome Test (SNOT-20). *Otolaryngol Head Neck Surg* 2002; 126(1): 41–47, <https://doi.org/10.1067/mhn.2002.121022>.
17. Downie S.R., Andersson M., Rimmer J., Leuppi J.D., Xuan W., Akerlund A., Peat J.K., Salome C.M. Symptoms of persistent allergic rhinitis during a full calendar year in house dust mite-sensitive subjects. *Allergy* 2004; 59(4): 406–414, <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2003.00420.x>.
18. Juniper E.F., Bousquet J., Abetz L., Bateman E.D. Identifying 'well-controlled' and 'not well-controlled' asthma using the Asthma Control Questionnaire. *Respir Med* 2006; 100(4): 616–621, <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2005.08.012>.
19. Eliseeva T.I., Knyazeva E.V., Geppe N.A., Balabolkin I.I. The relationship of spirographic parameters and bronchial responsiveness with asthma control level in children (according to ACQ-5 and ACT-C data). *Sovremennye tehnologii v medicine* 2013; 5(2): 47–52.
20. Clement P.A., Gordts F. Consensus report on acoustic rhinometry and rhinomanometry. *Rhinology* 2005; 43(3): 169–179.
21. Miller M.R., Hankinson J., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Coates A., Crapo R., Enright P., van der Grinten C.P., Gustafsson P., Jensen R., Johnson D.C., MacIntyre N., McKay R., Navajas D., Pedersen O.F., Pellegrino R., Viegi G., Wanger J. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005; 26(2): 319–338, <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00034805>.
22. Grossman J. One airway, one disease. *Chest* 1997; 111(2 Suppl): 11S–16S, https://doi.org/10.1378/chest.111.2_supplement.11s.
23. Pawankar R., Zernotti M.E. Rhinosinusitis in children and asthma severity. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2009; 9(2): 151–153, <https://doi.org/10.1097/aci.0b013e328329221d>.
24. Makowska J.S., Burney P., Jarvis D., Keil T., Tomassen P., Bislimovska J., Brozek G., Bachert C., Baelum J., Bindeslev-Jensen C., Bousquet J., Bousquet P.J., Kai-Håkon C., Dahlen S.E., Dahlen B., Fokkens W.J., Forsberg B., Gjomarkaj M., Howarth P., Salagean E., Janson C., Kasper L., Kraemer U., Louiro C., Lundback B., Minov J., Nizankowska-Mogilnicka E., Papadopoulos N., Sakellariou A.G., Todo-Bom A., Toskala E., Zejda J.E., Zuberbier T., Kowalski M.L. Respiratory hypersensitivity reactions to NSAIDs in Europe: the global allergy and asthma network (GA2 LEN) survey. *Allergy* 2016; 71(11): 1603–1611, <https://doi.org/10.1111/all.12941>.