

ТЕМПЕРАТУРА ВЫДЫХАЕМОГО ВОЗДУХА – НОВЫЙ БИОМАРКЕР ВОСПАЛЕНИЯ У ДЕТЕЙ С БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ

Кошукеева М., Винников Д.В., Бримкулов Н.Н.

Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К.Ахунбаева,
Бишкек, Кыргызская Республика

Резюме: У 29 детей с бронхиальной астмой во время и после обострения с помощью прибора X-Halo изучена температура выдыхаемого воздуха (ТВВ). В качестве контроля обследованы 27 здоровых детей. ТВВ у пациентов астмой в период обострения была достоверно большей, чем у детей контрольной группы. После купирования обострения ТВВ достоверно снижалась, приближаясь к значениям контрольной группы.

Ключевые слова: температура выдыхаемого воздуха, биомаркер воспаления, бронхиальная астма у детей.

ЧЫГАРГАН ДЕМДИН ТЕМПЕРАТУРАСЫ – БАЛДАРДЫН БРОНХИАЛДЫК АСТМА ООРУСУНУН КӨЗӨМӨЛДӨӨДӨГӨ ЖАҢЫ БИОМАРКЕР

Кошукеева М., Винников Д.В., Бримкулов Н.Н.

И.К. Ахунбаев атындагы Кыргыз мамлекеттик медициналык академиясы,
Бишкек, Кыргыз Республикасы

Корутунду: Бронхиалдык астма менен ооруган 29 баланын оорунун күчөгөндө жана айыгуу убагында чыгарган демдин температурасы X-Halo аспабы менен текшерилген. Салыштырууга 27 ден соолугу чың бала текшерүүдөн өткөн. Салыштырган группага караганда, чыгарган демдин температурасы оору күчөгөн убакта көбүрөөк болду. Дарылангандан кийин чыгарылган демдин температурасы салыштырган группанын белгилерине жакындап, ойлогондой ылдыйлады.

Негизги сөздөр: чыгарган демдин температурасы, сезгенүүдөгү биомаркер, балдардын бронхиалдык астмасы.

EXHALED BREATH TEMPERATURE, A NEW INFLAMMATION BIOMARKER IN CHILDREN'S BRONCHIAL ASTHMA

Koshukeeva M., Vinnikov D.V., Brimkulov N.N.

Kyrgyz State Medical Academy after I.K. Akhunbaev,
Bishkek, Kyrgyz Republic

Summary: Exhaled breath temperature (EBT) was studied in 29 children with bronchial asthma during exacerbation and after it by means of X-Halo device. 27 healthy children were examined as controls. EBT in bronchial asthma patients was significantly higher during exacerbation compared to controls, and dropped to the readings in controls after exacerbation was cured.

Key words: exhaled breath temperature, inflammation biomarker, bronchial asthma in children.

Введение

Температура является комплексным показателем теплового состояния организма человека. Понижение или повышение температуры тела на несколько градусов нарушает процессы жизнедеятельности и может приводить к охлаждению или перегреванию организма человека и даже к летальному исходу. В клинических условиях измерение температуры тела используют как диагностический и прогностический инструмент в рутинной повседневной практике [5]. Существуют суточные физиологические колебания

температуры тела: разница между утренней и вечерней температурой у человека достигает 0,5–1,0°C. Разница между температурой внутренних органов и кожи может составлять 5–10°C, что затрудняет определение средней температуры тела. Традиционно температуру измеряют в определенных участках тела: в прямой кишке, подмышечной впадине, полости рта или в ушной раковине. Различия температурных значений в разных областях обусловлены их удаленностью от участков с максимальной температурой. Температура на периферии косвенно отражает центральную температуру, и в то же время

различие температурных показателей на периферии может свидетельствовать о патологии, ассоциированной с передачей тепловой энергии от центра к периферии.

Измерение температуры выдыхаемого воздуха также может дать определенную информацию, так как связано как с температурой ядра тела, так и особенностями ее передачи. Температура альвеолярного газа (респираторная зона дыхательных путей, или “нижние” дыхательные пути) определяется объемным кровотоком в богатой сети альвеолярных кровеносных сосудов, передающих свою тепловую энергию, и отражает центральную температуру. Во время дыхания происходит не только газообмен, но и обмен тепловой энергией между внутренней средой организма и окружающей средой, и поэтому значение температуры выдыхаемого воздуха может играть определенную роль в клинической оценке состояния больного некоторыми заболеваниями [3, 5].

В последние годы были разработаны специальные приборы для измерения температуры выдыхаемого воздуха, которые позволили выявить ряд закономерностей [6]. Однако измерение ТВВ пока еще не нашло использования в обычной практике. Для широкого внедрения метода измерения ТВВ в клиническую практику необходима его стандартизация (определение точности и воспроизводимости измерения, диапазона нормальных значений и факторов, влияющих на результат) и установление клинической значимости [4]. В связи с этим, сегодня весьма актуальны исследования, направленные на уточнение диагностической значимости измерения ТВВ.

Целью нашей работы была оценка ТВВ у пациентов детского возраста с бронхиальной астмой во взаимосвязи с клинической картиной и лабораторно-функциональными показателями.

Материал и методы:

Обследованы 29 пациентов atopической бронхиальной астмой, в том числе 18 девочек и 11 мальчиков, средний возраст которых составил $10,6 \pm 3,06$ лет, поступивших с обострением болезни в отделение аллергологии. При поступлении больным проводились общеклиническое, лабораторное и функциональное исследования. Проводилась количественная оценка основных клинических

симптомов, измерение максимальной скорости выдоха (МСВ) с помощью пикфлоуметрии, температуры выдыхаемого воздуха. Пациентам назначалась противовоспалительная терапия, включавшая кортикостероиды, а также симптоматическая бронхолитическая терапия (ингаляции сальбутамола). Повторное обследование проводилось через 7-10 дней, после купирования обострения болезни.

Измерение температуры выдыхаемого воздуха.

Исследование ТВВ проводилось только после получения информированного согласия пациента и его родителей. С этой целью применяли специальный прибор для измерения температуры выдыхаемого воздуха X-Halo фирмы DelmedicaInstruments (Сингапур). Этот прибор состоит из двух частей – термокамеры, выполняющей функции термоса и точного электротермометра с высокой теплопроводностью. Выдыхаемый ртом пациента воздух через стерилизуемый загубник, далее через клапан попадает в камеру и нагревает ее с каждым выдохом. Термометр в это время измеряет температуру воздуха, а также анализирует скорость нарастания температуры. Пациент выдыхает воздух в тепловую камеру устройства до тех пор, пока температура датчика не достигнет плато (не станет постоянной), что указывает на достижение температурного баланса в закрытой системе. По мере достижения плато температуры (PLET) прибор фиксирует данное значение, а также скорость ее нарастания в градусах Цельсия. Точность измерения составляет $\pm 0,03$ градуса. Прибор прост в работе, позволяет проводить повторные измерения, может применяться как в условиях стационара, так и амбулаторно (дома, на рабочем месте и т.д.). Дополнение прибора электронным процессором и устройством памяти позволило автоматически определять момент окончания измерения, а также проводить последующую обработку данных и анализ температурной кривой на компьютере [6]. Процедуру проводили всем пациентам в спокойном состоянии между 9 и 10 часами утра натощак и после полоскания полости рта водой. Анализировали данные фиксированной температуры «плато».

Для определения нормальных показателей ТВВ была обследована группа из 27 здоровых детей.

Результаты были обработаны с

использованием программы Excel. Рассчитывали средние величины и стандартные отклонения, а также достоверность различий.

Результаты и их обсуждение.

Измерение ТВВ у 27 здоровых детей выявило колебания от 32,05 до 34,75 градусов, в среднем составив $33,59 \pm 0,67^\circ\text{C}$. При этом, у всех обследованных детей контрольной группы температура тела была нормальной, колеблясь от 36,4 до $36,7^\circ\text{C}$ и в среднем составив $36,6 \pm 0,2^\circ\text{C}$ (табл. 1). Показатели максимальной скорости выдоха колебались в пределах нормальных величин, в среднем составив $97,1 \pm 3,5\%$ от должной величины.

Пациенты бронхиальной астмой поступили в стационар с жалобами на кашель, одышку, пробуждения ночью. Из-за приступов удушья они были вынуждены несколько раз в день использовать быстродействующие бронхолитики (сальбутамол). При аускультации у всех пациентов выслушивались сухие хрипы в значительном количестве. Количественная оценка отдельных симптомов подтвердила ухудшение состояния: общая оценка тяжести составила $2,1 \pm 0,47$ балла по 3-балльной шкале (табл. 2). Пикфлоуметрия обнаружила снижение максимальной скорости выдоха до $78,2 \pm 14,1\%$

от должной величины. При измерении ТВВ у них были выявлены колебания от 33,17 до $35,36^\circ\text{C}$, в среднем $34,29 \pm 0,98^\circ\text{C}$, что было достоверно выше данных контрольной группы. Температура тела при этом была повышенной до $37,2^\circ\text{C}$ только у одного пациента, а средние значения ($36,6 \pm 0,97^\circ\text{C}$) не отличались от группы здоровых лиц.

На 7-10 сутки после поступления состояние пациентов значительно улучшилось. У них уменьшились одышка ($1,5 \pm 0,78$ до $0,17 \pm 0,39$ баллов, $p < 0,001$), кашель ($1,4 \pm 1,12$ до $0,34 \pm 0,48$ баллов, $p < 0,001$), полностью исчезли приступы удушья и пробуждения ночью. Общая оценка тяжести снизилась до $0,65 \pm 0,48$ балла ($p < 0,001$). Наряду с этим было выявлено улучшение бронхиальной проходимости с увеличением МСВ до $88,3 \pm 11,9\%$ от должной величины. С улучшением состояния пациентов ТВВ снизилась до $33,86 \pm 0,56$, достоверно отличаясь от исходного уровня.

Таким образом, наши наблюдения подтверждают, что ТВВ у пациентов бронхиальной астмой в периоды обострения болезни возрастает, достоверно отличаясь от ТВВ здоровых лиц. После купирования обострения болезни ТВВ снижается. Такие изменения позволяют предположить, что

Таблица 1. Температура тела и выдыхаемого воздуха (ТВВ) у здоровых лиц и пациентов бронхиальной астмой во время и после обострения ($M \pm \sigma^\circ\text{C}$)

	Здоровые дети (n=27)	Пациенты бронхиальной астмой (n=29)	
		обострение	после лечения
ТВВ	$33,66 \pm 0,67$	$34,29 \pm 0,98^*$	$33,86 \pm 0,56^{**}$
Температура тела	$36,6 \pm 0,2$	$36,6 \pm 0,97$	$36,6 \pm 0,12$

Примечания: * - различие по сравнению со здоровыми детьми достоверно ($p < 0,01$)

** - различие по сравнению с исходным обследованием достоверно ($p < 0,01$)

Таблица 2. Количественная оценка клинических данных пациентов бронхиальной астмой во время и после обострения ($M \pm \sigma$).

Симптомы	Дети с бронхиальной астмой (n=29)	
	обострение	после лечения
Утренний кашель	$1,4 \pm 1,12$	$0,34 \pm 0,48^*$
Одышка	$1,5 \pm 0,78$	$0,17 \pm 0,39^*$
Число приступов в день	$1,03 \pm 0,88$	0*
Пробуждение ночью	$0,9 \pm 0,72$	0*
Хрипы аускультативно	$1,5 \pm 0,83$	$0,5 \pm 0,51^*$
Оценка тяжести	$2,1 \pm 0,47$	$0,65 \pm 0,48^*$
Количество ингаляций	$3,1 \pm 0,83$	$1,74 \pm 0,73^*$
МСВ, % от должной	$78,2 \pm 14,05$	$88,3 \pm 11,9^*$

Примечания: * - различие по сравнению с исходным обследованием достоверно ($p < 0,01$)

повышение ТВВ может быть обусловлено аллергическим воспалением в бронхиальном дереве. Эти результаты совпадают с данными других авторов [1, 7], которые также обнаружили повышение ТВВ у пациентов астмой, причем при достижении контроля астмы ТВВ, как и у наших пациентов, снижалась.

Повышение ТВВ у пациентов астмой в период обострения может быть связано с усилением теплообмена из-за активации кровотока в слизистой бронхиального дерева, обусловленного воспалением и сосудистым ремоделированием [3, 5]. В связи с этим предложено использовать ТВВ в качестве биомаркера воспаления в бронхиальном дереве. Важной задачей остается стандартизация методики. Действительно, ряд авторов отмечают низкую воспроизводимость и широкую вариабельность показателей ТВВ [2,4]. ТВВ колеблется в течение дня, изменяется после приема пищи, после вдыхания аэрозолей и загрязненного воздуха, при различных сопутствующих заболеваниях [5]. Поэтому требуются дальнейшая стандартизация методики оценки ТВВ и совершенствование измерительных устройств.

Тем не менее, наши результаты и данные литературы свидетельствуют о перспективности использования измерения ТВВ для неинвазивной оценки состояния органов дыхания при некоторых заболеваниях. Необходимы дальнейшие исследования в этом направлении на больших контингентах больных.

Литература:

1. García G, Bergna M, Uribe E, Yañez A, Soriano J B. Increased exhaled breath temperature in subjects with uncontrolled asthma. *Int J Tuberc Lung Dis* 2013; 17: 969–972.
2. Kralimarkova, T Z.; Popov T A. Exhaled breath temperature: broadening the horizons. *Int J Tuberc Lung Dis* 2014; 18: 250-251.
3. Paredi P, Kharitonov S A, Barnes P J. Faster rise of exhaled breath temperature in asthma: a novel marker of airway inflammation? *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 165: 181–184.
4. Paredi P, Barnes P J. A breath of hot air? *Int J Tuberc Lung Dis* 2013; 17: 855.
5. Popov T.A., Kralimarkova T.Z., Dimitrov V.D. Measurement of exhaled breath temperature in science and clinical practice. // *Breathe*. – 2012. - №3. – p.187-192.
6. Popov T.A., Dunev S., Kralimarkova T.Z., Kraeva S., DeBuske L. Evaluation of a simple, potentially individual device for exhaled breath temperature measurement. // *Respiratory Medicine*.-2007.-№101.-p. 2044-2050.
7. Piacentini G.L., Peroni D., Crestani E., Zardini E., Bodini A., Costella S., Boner A.L. Exhaled air temperature in asthma: methods and relationship with markers of disease. // *Clinical and Experimental Allergy*.-2007.-№37.-p. 415-419.