

Бронхофонографическое исследование легких у больных бронхиальной астмой раннего возраста

ММА им. И.М.Сеченова, Москва

N.A.Geppe, N.A.Seliverstova, V.S.Malyshev, M.G.Utyusheva, L.S.Starostina, I.V.Ozerskaya

Pulmonary bronchophonography in early-aged patients with bronchial asthma

Summary

In this work, use of pulmonary bronchophonography for functional evaluation of respiratory system was analyzed in early-aged patients with bronchial asthma. A computerized acoustic diagnostic complex Pattern-01 was used for this purpose. The breathing pattern was analyzed using amplitude and frequency characteristics of respiratory sound spectrum. The study involved 520 children with asthma aged 1 to 4 yrs (mean age, 2.8 ± 1.1 yrs, 294 males and 226 females) followed-up in the pediatric clinic of Moscow Medical Academy. Fifty healthy children were as controls. We investigated frequency and amplitude spectrum of respiratory sounds in exacerbated and stable asthma. High-frequency acoustic component of work of breathe was significantly different in healthy and in patients with asthma exacerbation. We have selected breathing patterns that could be further applied. Pulmonary bronchophonography allows monitoring lung function and assessing efficacy of treatment in asthma. It is an effective, non-invasive and simple method which is of special importance for detecting functional disorders in early-aged children.

Резюме

В работе изучалась возможность применения бронхофонографического исследования легких для функциональной оценки дыхательной системы у больных бронхиальной астмой (БА) раннего возраста. Исследование проводилось с помощью компьютерного акустического диагностического комплекса "Паттерн-01". Оценивался паттерн дыхания посредством анализа амплитудно-частотные характеристики спектра дыхательных шумов. Под наблюдением в Клинике детских болезней ММА им. И.М. Сеченова находилось 520 детей с БА в возрасте от 1 года до 4 лет (294 мальчика и 226 девочек). Средний возраст детей — $2,8 \pm 1,1$ года. В группу сравнения вошли 50 практически здоровых детей. В работе проводилось изучение частотно-амплитудного спектра дыхательных шумов при обострении БА и в период ремиссии заболевания. При сравнении показателя акустического компонента работы дыхания в высокочастотном диапазоне у детей в норме и в период обострения заболевания его значения статистически достоверно различались. В группах пациентов были созданы образцы паттернов дыхания, которые могут быть использованы в дальнейшей работе. Было показано, что бронхофонографическое исследование легких позволяет мониторировать функцию внешнего дыхания (ФВД) при БА, оценивать эффективность проводимой терапии. Бронхофонографическое исследование легких является высокоэффективным, неинвазивным, простым в применении методом. Особенно важно его использование в диагностике нарушений ФВД у детей раннего возраста.

Бронхиальная астма (БА) является одним из самых распространенных хронических заболеваний детского возраста. В 80 % случаев она развивается в первые 5 лет жизни, нередко уже на 1-м году возникают начальные проявления бронхиальной обструкции [1]. Ранняя диагностика и терапия БА позволяют снизить тяжесть заболевания и риск развития тяжелых обострений.

Среди путей снижения заболеваемости, улучшения лечения, уменьшения процента инвалидизации больных важное значение имеют ранняя и дифференциальная диагностика патологических процессов, объективная оценка состояния больных, прогнозирование течения и исходов заболевания, обоснованный выбор профилактических и лечебных мероприятий.

Исследование функции легких позволяет оценить тяжесть бронхиальной обструкции, ее обратимость и вариабельность, подтвердить диагноз БА, осуществлять контроль над течением заболевания [2]. Однако у детей раннего возраста выбор методов функциональной диагностики легких ограничен.

В последние годы в клинической практике появились новые неинвазивные методы оценки функ-

ционального состояния органов дыхания. Со времени изобретения *R.Th.H.Laennec* стетоскопа около 200 лет тому назад аускультация является важнейшим диагностическим методом выявления бронхолегочных заболеваний. Однако этот метод исследования достаточно субъективен, во многом зависит от навыков врача, не позволяет количественно оценить и записать характер звуковых явлений [3]. Чувствительность современных стетоскопов относительно низкая, неравномерная на различных частотах.

В настоящее время значительная роль отводится созданию объективных акустических методов оценки функции внешнего дыхания (ФВД). Неинвазивность акустических методов диагностики патологии дыхательной системы привлекает большое внимание врачей и специалистов в области акустики [4–7]. Благодаря развитию электроники и компьютерных технологий появились простые и удобные в использовании приборы, которые внедряются в клиническую практику [8].

Бронхофонографическое исследование легких является методом оценки паттерна дыхания, основанным на анализе амплитудно-частотных характеристик спектра дыхательных шумов [9]. Простота

и неинвазивность бронхофонографического исследования легких, проведение обследования при спокойном дыхании ребенка позволяет применять данную методику у детей с первых дней жизни [10]. Компьютерный анализ дыхательных шумов исключает субъективность оценки, дает возможность обследовать даже самых маленьких детей, т. к. не требует выполнения активных действий.

Ранее проведенное нами исследование среди детей 5–16 лет, в рамках которого проводилось спирометрическое и бронхофонографическое изучение легких, выявило прямую корреляционную связь между данными спирометрии и бронхофонографическими показателями [11], что подтверждает высокую информативность оценки ФВД посредством методов бронхофонографии.

Целью данной работы было определение клинико-акустических параметров дыхания (паттерна дыхания) у детей раннего возраста, больных БА, при бронхофонографическом исследовании легких.

Материалы и методы

Под нашим наблюдением в клинике детских болезней ММА им. И.М. Сеченова находились 520 детей с БА в возрасте от 1 года до 4 лет (294 мальчика и 226 девочек). Средний возраст детей — $2,8 \pm 1,1$ года. Среди пациентов отмечалось легкое (52 % случаев) и среднетяжелое (48 %) течение БА. В группу сравнения были включены 50 практически здоровых детей в возрасте от 1 года до 4 лет.

Диагноз БА устанавливался на основании анамнестических, клинических данных, результатов рентгенологического исследования легких и аллергологического обследования. Тяжесть обострения заболевания оценивалась в соответствии с критериями тяжести острого периода БА у детей [12].

Для функциональной оценки дыхательной системы проводилось бронхофонографическое исследование легких в периодах обострения и ремиссии БА. Полученные данные сравнивались с показателями здоровых детей. Для наглядной оценки паттерна дыхания в исследуемых группах больных были созданы образцы паттернов дыхания в норме, при легком обострении, при среднетяжелом обострении и в период ремиссии. Для создания каждого образца использовались по 20 бронхофонограмм исследуемых детей из каждой группы.

Бронхофонографическое исследование проводилось с помощью компьютерного акустического диагностического комплекса (КАДК) "Паттерн-01". В состав КАДК входит аппаратный комплекс *Pattern*, датчик с загубником, персональный компьютер со встроенным аналого-цифровым преобразователем и программным обеспечением *PatternMAK*. Принцип метода заключается в регистрации дыхательных шумов при помощи специальных датчиков, обладающих высокой чувствительностью в широком спектре частот, включая и те, которые не выявляются при аускультации, но имеют важное диагностическое значение. Метод позволяет зафиксировать

временную кривую, пропорциональную акустическому шуму, возникающему при дыхании. Сканирование респираторного цикла производится в частотном диапазоне от 200 Гц до 12 600 Гц. С целью исключения маскирующего влияния низкочастотных кардиальных шумов (до 200 Гц) в наборе предусмотрен специальный отсекающий низкочастотный фильтр. Выделяются 3 зоны частотного спектра: 200–1 200 Гц (низкочастотный диапазон), 1 200–5 000 Гц (средне-частотный диапазон), 5 000–12 600 Гц (высокочастотный диапазон). Зона высоких частот (> 5 000 Гц) отражает обструктивные изменения в нижних дыхательных путях и коррелирует со звуковыми характеристиками сухих хрипов [10].

С помощью бронхофонографического исследования легких можно оценить следующие параметры: частотно-амплитудные характеристики дыхательных шумов, длительность респираторного цикла, длительность и соотношение фаз выдоха и вдоха, наличие высокочастотных колебаний, акустический компонент работы дыхания (АКРД; итоговая интегральная характеристика, пропорциональная физической работе легких, затрачиваемой на совершение акта дыхания, рассчитывается как площадь под кривой в частотно-временной области, измеряется в мкДж). При повышении сопротивления в дыхательных путях усиливается турбулентность воздушного потока, что ведет к увеличению АКРД [10].

Исследование проводилось в отдельном помещении при отсутствии посторонних шумов. Запись осуществлялась при спокойном дыхании через 1,5–2 ч после приема пищи; у детей до 1 года — в положении лежа, у детей старше 1 года — сидя. Больной брал загубник в рот на глубину 1–2 см, плотно обжимая его губами, не оставляя промежутков между губами и загубником. Исследование выполнялось не менее 3 раз до получения воспроизводимых результатов, без наличия артефактов на полученном изображении кривой. Оно начиналось с момента выдоха, что контролировалось с помощью наушников. Запись производилась в течение 10 с. При необходимости (беспокойстве, крике, сглатывании, переговорах, кашле) процедура повторялась. Велся визуальный скрининг акустических кривых (наличие значимых пиков в различных участках частотного диапазона, соотношение вдоха и выдоха).

Обзорные бронхофонограммы могут быть представлены в двух- и трехмерной проекциях. Компьютерный акустический диагностический комплекс позволяет проводить послойный анализ бронхофонограмм и выделять часть акустического паттерна ("зону интереса"), а также получать количественную оценку характеристик дыхательных шумов как в целом по паттерну, так и дифференцированно (по диагностическим зонам). Для анализа паттерна дыхания из записанного 10-секундного интервала выбирается 4-секундный, который состоит из 4 блоков (секунд). Количественная оценка работы дыхания проводится по абсолютным цифрам и коэффициентам, представляющим относительные величины, для исключения влияния индивидуальных особенностей

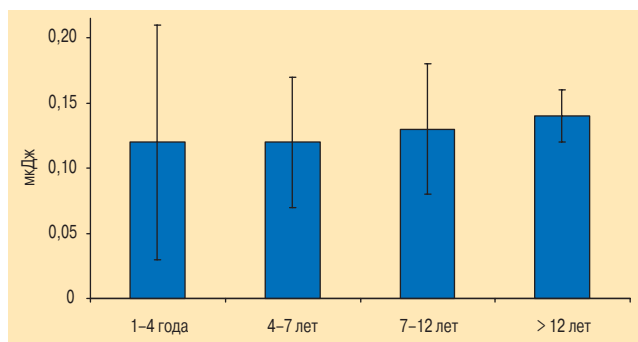


Рис. 1. Сравнение АКРД в высокочастотном диапазоне (5,0–12,6 кГц) в разных возрастных группах у здоровых детей

пациентов на характеристики паттерна дыхания. В программе исследования доступны следующие функции: "паттерн частотный", "паттерн временной", "сравнение пациентов", "сравнение блоков паттерна", "сравнение образцов", "сравнение с образцом", что позволяет провести полный всесторонний анализ бронхофонограмм.

АКРД оценивали в высокочастотном диапазоне (5,0–12,6 кГц) у здоровых детей в разных возрастных группах (от 1 года до 4 лет, 4–7 лет, 7–12 лет, 12–15 лет). В каждой группе анализировались данные 20 детей (результаты представлены на рис. 1). Различия величин АКРД при сравнении различных возрастных групп оказались недостоверны. При сравнении показателей АКРД у мальчиков и девочек во всех возрастных группах различия были недостоверны. Полученные данные считались нормой для различных возрастных групп.

Результаты и обсуждение

Нами обследовались дети в возрасте 1–4 лет в 1-й день обострения БА до начала лечения. При обследовании пациентов с легким течением БА в период обострения (легкое обострение заболевания, $n = 270$) показатели АКРД в высокочастотном диапазоне (5,0–12,6 кГц) составили $2,16 \pm 1,36$ мДж при норме $0,12 \pm 0,09$ мДж ($n = 50$; $p < 0,05$), как показано на рис. 2. При оценке амплитудно-частотных характеристик паттерна дыхания у детей со среднетяжелым течением БА при обострении заболевания показатели АКРД в высокочастотном диапазоне

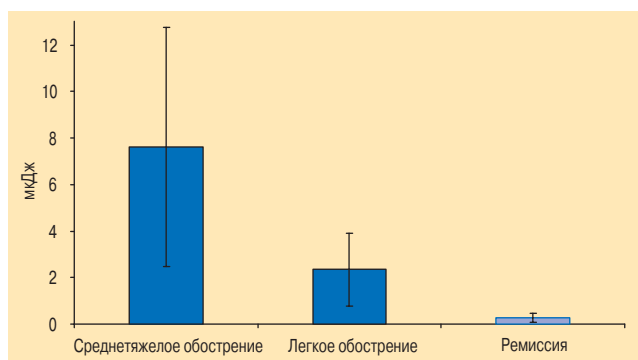


Рис. 3. Показатели АКРД в высокочастотном диапазоне (5,0–12,6 кГц) в разные периоды заболевания при среднетяжелой БА

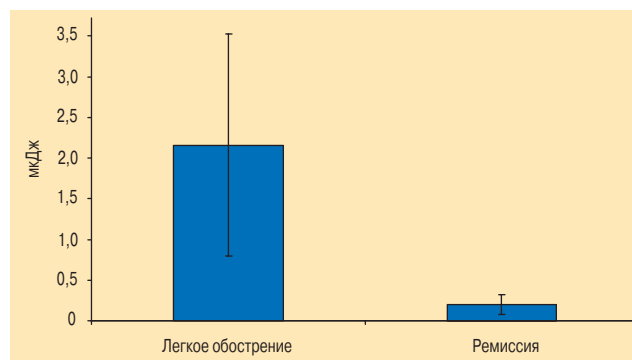


Рис. 2. Показатели АКРД в высокочастотном диапазоне (5,0–12,6 кГц) в разные периоды заболевания при легкой БА

(5–12,6 кГц) составили: при легком обострении – $2,34 \pm 1,57$ мДж ($n = 106$; $p < 0,05$ по сравнению с нормой), при среднетяжелом обострении – $7,62 \pm 5,14$ мДж ($n = 144$; $p < 0,05$), что представлено на рис. 3. Было выявлено статистически значимое различие показателей при легком и среднетяжелом обострении заболевания ($p < 0,05$). При сравнении значений АКРД в высокочастотном диапазоне при легком обострении БА в группах детей с легкой и среднетяжелой формами достоверные различия выявлены не были.

Изучение частотно-амплитудного спектра дыхательных шумов в период ремиссии заболевания не выявило достоверных различий в показателях. У детей с легкой БА ($n = 270$) АКРД в высокочастотном диапазоне составил $0,20 \pm 0,12$ мДж, со среднетяжелой БА ($n = 250$ детей) – $0,27 \pm 0,19$ мДж. Амплитудно-частотные характеристики в периоде ремиссии заболевания были сопоставимы с показателями у детей в норме.

Были разработаны образцы паттернов дыхания в исследуемых группах детей. Создание образца нормы позволяет проводить визуальное сравнение. При сопоставлении образца нормы и образца среднетяжелого обострения БА в высокочастотном диапазоне их различия становятся очевидными (рис. 4).

Для наглядной оценки паттерна дыхания в периоде ремиссии БА также был создан его образец. На рис. 5 представлено сравнение образца легкого

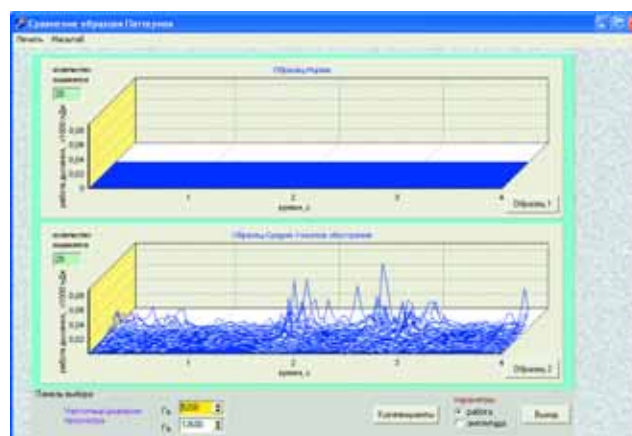


Рис. 4. Сравнение образца нормы (верхний график) и образца среднетяжелого обострения БА (нижний график) в диапазоне > 5,0–12,6 кГц

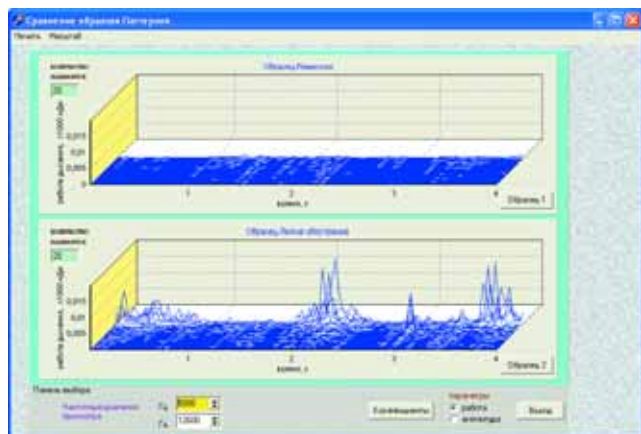


Рис. 5. Сравнение образца ремиссии (верхний график) и образца легкого обострения (нижний график) в диапазоне 5,0–12,6 кГц

обострения и образца ремиссии в высокочастотном диапазоне. Наглядно видна разница при сравнении представленных образцов 2 групп больных. В периоде ремиссии волновые колебания в высокочастотной части спектра практически отсутствуют, при легком обострении отмечается значительное количество волновых колебаний в диапазоне 5,0–12,6 кГц. Причем следует обратить внимание на размер делений по оси абсцисс, существенно отличающихся при легком и среднетяжелом обострении (рис. 4 и 5).

Таким образом, сформированные образцы облегчают оценку амплитудно-частотных характеристик паттерна дыхания. Они могут использоваться для сравнения паттерна дыхания исследуемого больного с нормой для наглядной оценки паттерна дыхания пациента.

В работе изучалась возможность использования бронхофонографии для оценки соотношения фаз вдоха и выдоха. В норме отношение продолжительности выдоха ко вдоху составило $1,34 \pm 0,27$ ($n = 20$), при легком обострении БА — $1,72 \pm 0,24$ ($n = 20$; $p < 0,05$), как показано на рис. 6.

Заключение

Изучение частотно-амплитудного спектра дыхательных шумов позволяет не только оценивать функцио-

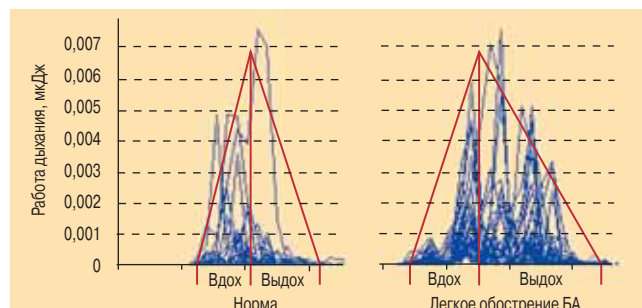


Рис. 6. Соотношение вдоха и выдоха в норме и при легком обострении БА

нальное состояние дыхательной системы ребенка, но и наблюдать динамику заболевания. Таким образом, бронхофонографическое исследование легких является высокоэффективным неинвазивным методом, простым в применении и может использоваться для функциональной диагностики патологии дыхательной системы у детей. Оно не требует маневра форсированного дыхания, поэтому может применяться с первых месяцев жизни ребенка. Компьютерный анализ дыхательных шумов исключает субъективность оценки показателей. Бронхофонография дает возможность мониторировать ФВД при БА у детей раннего возраста и оценивать эффективность проводимой терапии.

Литература

1. Ильина Н.И., Богова А.В. Эпидемиология и аллергия. Физиол. и патол. иммун. сист. 2004; 8 (2): 4–10.
2. Brand P.L., Duiverman E.J., Waalkens H.J. et al. Peak flow variation in childhood asthma: correlation with symptoms, airways obstruction, and hyperresponsiveness during long-term treatment with inhaled corticosteroids. Dutch CNSLD Study Group. Thorax 1999; 54 (2):103–107.
3. Dalmay F., Antonini M.T., Marquet P., Menier R. Acoustic properties of the normal chest. Eur. Respir. J. 1995; 8: 1761–1769.
4. Кирюхина Л.Д., Лаврушин А.А., Аганезова Е.С. Критерии отклонения от нормы некоторых параметров импульсной осциллометрии. Пульмонология 2004; 5: 41–44.
5. Кулаков Ю.В., Малышенко И.Ю., Коренбаум В.И. Возможности комбинированной бронхофонографии в диагностике пневмоний. Пульмонология 2002; 12 (5): 29–32.
6. Батищев Э.М., Бойко И.А., Коренбаум В.И. и др. Акустическая интраскопия легких на основе спектрального анализа перкуторных звуков. Вестн. нов. мед. технологий 2003; 10 (1–2): 8–9.
7. Провоторов В. М., Львович Я. Е., Кузнецов В. В., Полевой Н. Ю. Применение нейросетевой модели для оптимизации схемы лечения больных бронхиальной астмой различного возраста. Пульмонология 2004; 2: 57–64.
8. Elphick H.E., Lancaster G.A. et al. Validity and reliability of acoustic analysis of respiratory sounds in infants. Arch. Dis. Child. 2004; 89 (11): 1059–1063.
9. Малышев В.С., Ардашникова С.И., Каганов С.Ю. и др. Способ регистрации дыхательных шумов. Пат. РФ № 5062396. Бюл. изобрет. 1995; 18.
10. Генне Н.А., Малышев В.С., Лисицын М.Н. и др. Бронхофонография в комплексной диагностике бронхиальной астмы у детей. Пульмонология 2002; 5: 33–39.
11. Богданова Т.А., Генне Н.А., Курчакова Т.В. Влияние интервальной гипоксической тренировки на качество жизни детей с бронхиальной астмой. Мед. помощь 2003; 6: 18.
12. Национальная программа "Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактики". М.; 2006.

Поступила 28.02.08

© Коллектив авторов, 2008

УДК 616.248-053.2-07:616.233-073