© Коллектив авторов, 2008

Н.А. Селиверстова, Н.А. Геппе, В.С. Малышев, М.Г. Утюшева

ПРИМЕНЕНИЕ БРОНХОФОНОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕГКИХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРАПИИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ И ОБСТРУКТИВНОГО БРОНХИТА У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова

В работе изучалась возможность применения бронхофонографического исследования легких (БФГИЛ) для оценки эффективности терапии бронхиальной астмы (БА) и обструктивного бронхита (ОБ) у детей раннего возраста. Исследование проводили с помощью компьютерного акустического диагностического комплекса (КАДК) «Паттерн-01». В работе проводили оценку паттерна дыхания, основанную на анализе амплитудно-частотных характеристик спектра дыхательных шумов. Под 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 составил 2,8±1,1 лет. У 270 детей с легким течением БА наблюдалось легкое обострение заболевания. Среди больных со среднетяжелым течением БА у 106 детей было легкое обострение заболевания, у 144 детей — среднетяжелое обострение. Наблюдались также 56 детей с ОБ (38 мальчиков и 18 девочек), средний возраст составил 2,6±1,2 лет. В группу сравнения были включены 50 практически здоровых детей в возрасте от 1 года до 4 лет. При легком обострении БА и при ОБ купирование обструктивных проявлений наблюдалось при назначении Беродуала. Детям со среднетяжелым обострением БА при недостаточной эффективности бронхолитической терапии (60% детей) назначали Пульмикорт (72 ребенка) или парентеральное введение глюкокортикостероидов (14 детей). Эффективность лечения оценивали по динамике клинических симптомов и данным БФГИЛ. Было показано, что БФГИЛ позволяет контролировать динамику заболевания, оценивать эффективность проводимой терапии при БА и ОБ у детей раннего возраста. Бронхофонография является высокоэффективным, неинвазивным методом, простым в применении, не требует выполнения форсированного дыхания, может применяться для диагностики нарушений функции внешнего дыхания у детей раннего возраста.

Authors studied potentialities of bronchophographic lung examination (BPGLE) in estimation of treatment efficacy of bronchial asthma (BA) and obstructive bronchitis (OB) in infancy. Examination was performed with usage of computer acoustic diagnstic complex (CADC) "Pattern-01". Authors estimated breath pattern based on analysis of amplitude-frequency characteristics of respiratory sound spectrum. Examination was performed in 520 children with BA aged 1–4 years (294 males and 226 females) admitted to Pediatric clinic of medical Academy (average age 2,8±1,1 years). 270 children with mild BA had mild relapse. 106 children with moderate BA had mild relapse and 144 with moderate BA-moderate relapse. Examination was performed also in 56 children with OB (38 males and 18 females, average age 2,6±1,2 years). 50 practically healthy children aged 1–4 years were examined as control group. Bronchial obstruction due to mild BA relapse and to OB was arrested by Berodual inhalation only. Children with moderate BA relapse in cases of insufficient broncholytic therapy received Pulmicort (72 patients) of parenteral corticosteroids (14 patients). Therapeutic efficiacy was estimated according to dynamic of clinical signs and to BPGLE data. Authors show that BPGLE permits to control dynamic of dicease and to estimate therapeutic efficiacy in cases of of BA and OB in infants. Bronchophotography in high — effective, noninvasive method, easy to use, it does not need on forced lung ventilation and can be used for determination of ventilation disorders in infancy.

Одним из самых частых хронических заболеваний детского возраста является бронхиальная астма (БА). В 80% случаев первые обструктивные проявления возникают в первые годы жизни [1]. Ранняя диагностика и начало терапии бронхиальной обструкции снижает риск развития БА. Исследование функции легких позволяет оценить тяжесть бронхиальной обструкции, ее обратимость и вариабельность. Однако у детей раннего возраста выбор методов функционального исследования легких для контроля динамики состояния больного и оценки эффективности терапии ограничен.

В последние годы наряду с традиционными методами функционального исследования легких в клинической практике появились новые неинвазивные методы анализа функционального состоя-

Таблица

Оценка клинических симптомов

Баллы	Дневные симптомы	Ночные симптомы
0	Отсутствуют	Отсутствуют
1	Кратковременные, быстро исчезают	Появляются при пробуждении, не вызывают раннего пробуждения
2	Кратковременные, повторяются в течение дня	Вызывают пробуждение среди ночи или раннее пробуждение
3	Большую часть дня не нарушают нормальной активности	Вызывают пробуждение 2 раза и более за ночь
4	Выражены большую часть дня, нарушают нормальную активность	Сильно нарушают сон

ния органов дыхания. В настоящее время большое значение придается созданию объективных акустических методов оценки функции внешнего дыхания (ФВД) [2–6].

Бронхофонографическое исследование легких (БФГИЛ) является методом оценки паттерна дыхания, основанным на анализе амплитудно-частотных характеристик спектра дыхательных шумов [7]. Простота и неинвазивность БФГИЛ, проведение обследования при спокойном дыхании ребенка позволяют применять данную методику у детей с первых дней жизни [8].

Целью нашего исследования было изучение возможности использования БФГИЛ для оценки эффективности терапии БА и ОБ у детей раннего возраста.

Материалы и методы исследования

В клинике детских болезней ММА им. И.М. Сеченова наблюдались 520 детей с БА в возрасте от 1 года до 4 лет (294 мальчика и 226 девочек). Средний возраст детей составил 2,8±1,1 лет. Наблюдаемые дети были с легким (52% детей) и среднетяжелым (48%) течением БА. У детей с легким течением БА (n=270 детей) было легкое обострение заболевания. Среди больных со среднетяжелым течением БА у 106 детей было легкое обострение заболевания, у 144 детей — среднетяжелое обострение. Наблюдались также 56 детей с ОБ (38 мальчиков и 18 девочек). Средний возраст детей составил 2,6±1,2 лет. В группу сравнения были включены 50 практически здоровых детей в возрасте от 1 года до 4 лет.

Диагноз БА устанавливали на основании анамнестических, клинических данных, результатов рентгенологического исследования легких и аллергологического обследования. Тяжесть обострения БА оценивали в соответствии с критериями тяжести острого периода БА у детей [9]. У наблюдавшихся больных обострения БА были связаны с респираторной инфекцией (61,2%), прекращением базисной терапии (4,7%), воздействием аллергенов (27,3%), других триггеров (6,8%). Выраженность клинических симптомов оценивали по 4-балльной шкале с учетом одышки, кашля, дистанционных хрипов, физикальных изменений в легких (см. таблицу). Максимальное число баллов за сутки — 8.

Для функциональной оценки дыхательной системы проводили БФГИЛ 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 PatternМАК. Принцип метода заключается в регистрации дыхательных шумов при помощи специальных датчиков, обладающих высокой чувствительностью в широком спектре частот, включая те частоты, 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 12600 Гц. С целью исключения маскирующего влияния низкочастотных кардиальных шумов (до 200 Гц) в наборе предусмотрен специальный отсекающий низкочастотный фильтр. Выделяются 3 зоны частотного спектра: 200–1200 Гц (низкочастотный диапазон), >1200–5000 Гц (среднечастотный диапазон), >5000–12600 Гц (высокочастотный диапазон). Зона высоких частот (выше 5000 Гц) отражает обструктивные изменения в нижних дыхательных путях и коррелирует со звуковыми характеристиками сухих хрипов [8].

С помощью БФГИЛ 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 увеличении сопротивления в дыхательных путях усиливается турбулентность воздушного потока, что ведет к увеличению АКРД [8].

Исследование проводили в отдельном помещении при отсутствии посторонних шумов. Запись осуществляли при спокойном дыхании через 1,5–2 ч после приема пищи; у детей до года — в положении «лежа», у детей старше года — сидя. Больной брал загубник в рот на глубину 1–2 см, плотно обжимая его губами, не оставляя промежутков между губами и загубником. Исследование проводили не менее 3 раз до получения воспроизводимых

результатов, без наличия артефактов на полученном изображении кривой. Исследование начинали с момента выдоха, что контролировалось с помощью наушников. Запись производили в течение 10 с. Для анализа паттерна дыхания из записанного 10-секундного интервала выбирался 4-секундный интервал, который состоял из 4 блоков (секунд). Количественную оценку работы дыхания проводили по абсолютным цифрам и по коэффициентам, представляющим относительные величины для исключения влияния индивидуальных особенностей пациентов на характеристики паттерна дыхания.

В первые 1–2 дня после начала обострения больным назначали ингаляции Беродуала через небулайзер в возрастной дозировке каждые 4–6 ч. Оценку бронхофонографических показателей проводили до ингаляций Беродуала, через 30 мин и через 1 ч после ингаляций.

При недостаточном эффекте от бронхолитической терапии и сохраняющихся выраженных симптомах бронхиальной обструкции со 2–3-го дня к лечению добавляли ингаляции Пульмикорта через небулайзер в дозе 0,25 мг 2 раза в день в течение 5–7 дней или назначали парентеральное введение глюкокортикостероидов в дозе 2 мг/кг (преднизолон). Эффективность лечения оценивали по динамике клинических проявлений. Проводили также ежедневный контроль бронхофонографических показателей.

Результаты и их обсуждение

При обследовании детей в первый день обострения БА до начала лечения клинические симптомы в баллах при легком обострении (n=376) составили 4,8±1,2, при среднетяжелом (n=144) — 7,0±2,3 ($p<0,05$). Показатели АКРД в высокочастотном диапазане (>5–12,6 кГц) при легком обострении БА составили 2, 24±1,44 мкДж (при норме 0,12 ±0,09 мкДж; $p<0,05$): у детей с легким течением БА — 2,16±1,36 мкДж ($p<0,05$ по сравнению с нормой), у детей со среднетяжелым течением БА — 2,34±1,57 мкДж ($p<0,05$ по сравнению с нормой). При сравнении показателей АКРД в высокочастотном диапазоне при легком обострении заболевания у детей с легкой и среднетяжелой БА достоверных различий выявлено не было.

При оценке амплитудно-частотных характеристик паттерна дыхания у детей при среднетяжелом обострении БА показатели АКРД в высокочастотном диапазоне составили 7,62±5,14 мкДж ($p<0,05$ по сравнению с нормой). Наблюдалось статистически значимое различие показателей при легком и среднетяжелом обострении БА ($p<0,05$).

При ОБ у детей клинические симптомы в баллах составили 4,6±1,4. Показатели АКРД в высокочастотном диапазоне составили 2,21±1,65 мкДж ($p<0,05$ по сравнению с нормой). Для наглядной оценки паттерна дыхания при ОБ был создан образец паттерна дыхания. При сравнении образца ОБ и образца нормы (рис. 1) в высокочастотном диапазоне визуально видна разница двух групп детей.

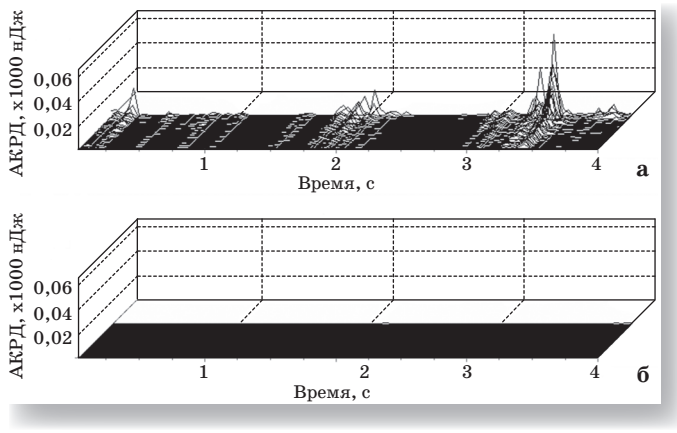

Рис. 1. Сравнение образца обструктивный бронхит (а) и образца нормы (б) в диапазоне >5–12,6 кГц.

При сравнении показателей АКРД в диапазоне >5–12,6 кГц при ОБ и при среднетяжелом обострении БА отмечались статистически достоверные различия ($p<0,05$), а при сравнении показателей при ОБ и при легком обострении БА достоверных различий не было.

При легком обострении БА на фоне ингаляций Беродуала практически у всех детей (96%) наблюдалось купирование приступа уже ко 2-му дню лечения, у остальных 4% — в течение 2-го дня лечения. Показатели АКРД в высокочастотном диапазоне у этих детей к 3-му дню лечения статистически достоверно снизились с 2,24±1,44 до 0,58±0,32 мкДж ($p<0,05$).

При оценке АКРД в диапазоне >5–12,6 кГц уже через 30 мин после ингаляций Беродуала наблюдалось значительное снижение показателей акустического компонента работы дыхания в высокочастотном диапазоне, максимальное снижение АКРД наблюдалось через 1 ч после проведения ингаляций (рис. 2).

Клиническое улучшение сопровождалось достоверным снижением показателей АКРД в высокочастотном диапазоне (с 2,24±1,44 до 1,02±0,38

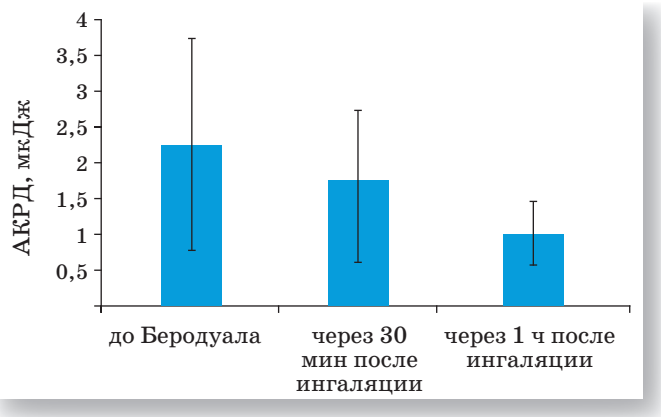

Рис. 2. Динамика показателей АКРД в диапазоне >5,0–12,6 кГц при применении Беродуала.

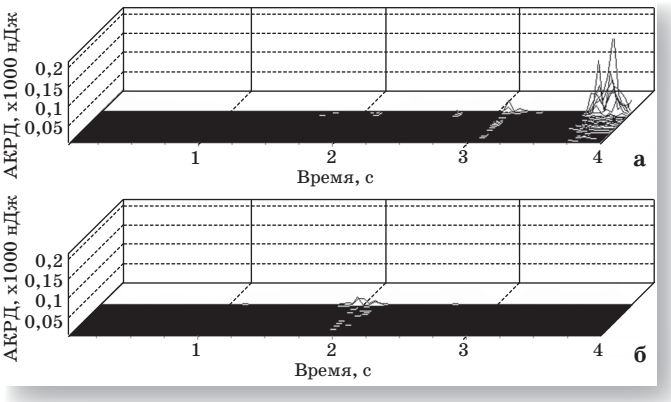

Рис. 3. Сравнение паттерна дыхания в высокочастотной части спектра (>5–12,6 кГц) больного с легким обострением БА до ингаляции Беродуала (а) и через 1 ч после ингаляции (б).

мкДж) ($p<0,05$). На рис. 3 показано сравнение паттерна дыхания больного с легким обострением БА до ингаляции Беродуала и через 1 ч после проведения ингаляции.

У большинства детей с ОБ купирование обструктивных проявлений на фоне ингаляций Беродуала наблюдалось в течение 2 дней лечения (у 86% детей), у остальных 14% — к 3-му дню лечения. Показатели АКРД в высокочастотном диапазоне статистически достоверно снизились с 2,21±1,65 до 0,52±0,34 мкДж ($p<0,05$) на фоне лечения.

При среднетяжелом обострении БА у 29% (42 ребенка) уменьшение симптомов до 1–2 баллов было ко 2-му дню лечения, у 11% (16 детей) — в течение 3 суток. Показатели АКРД в высокочастотном диапазоне у этих детей статистически достоверно снизились с 7,62±5,14 мкДж до 2,42±1,21 мкДж ($p<0,05$). У 60% (86 детей) была необходимость в добавлении системных или ингаляционных кортикостероидов.

При недостаточном эффекте от бронхолитической терапии и сохраняющихся выраженных симптомах бронхиальной обструкции со 2–3-го дня к лечению добавляли Пульмикорт (72 ребенка) или назначали парентеральное введение глюкокортикостероидов (14 детей).

При назначении Пульмикорта (72 ребенка) отмечалось значительное улучшение клинических и функциональных показателей уже ко 2-му дню лечения. К 3-му дню лечения у 87% больных состояние стабилизировалось, наблюдалось уменьшение симптомов до 1–2 баллов. К 5-му дню лечения симптомы обструкции у большинства больных не были выражены. При сравнении больных, получавших ингаляции Пульмикорта, и больных, получавших парентеральное введение глюкокортикостероидов, достоверной разницы в динамике клинических показателей не отмечалось (рис. 4).

При оценке АКРД в высокочастотной области уже во 2-й день после начала ингаляций Пульмикорта наблюдалось значительное снижение акустического компонента работы дыхания. В последующие дни отмечалось дальнейшее улучшение показателей ФВД и приближение их к нормальным значениям. При сравнении больных, получавших ингаляции Пульмикорта, и больных, получавших парентеральное введение глюкокортикостероидов, достоверной разницы в динамике показателей АКРД в диапазоне >5–12,6 кГц не наблюдалось (рис. 5).

При назначении Пульмикорта у больных БА уменьшалась длительность обострения заболевания, снижалась необходимость применения системных глюкокортикостероидов, значительно улучшались бронхофонографические показатели.

Таким образом, БФГИЛ позволяет контролировать динамику заболевания и оценивать эффективность проводимой терапии при БА и ОБ. Бронхофонография является высокоэффективным, неинвазивным методом, простым в применении, не требует выполнения форсированного дыхания, может применяться с первых месяцев жизни. Применение метода позволяет мониторировать ФВД при БА и ОБ. Особенно важно использование БФГИЛ в диагностике нарушений ФВД у детей раннего возраста.

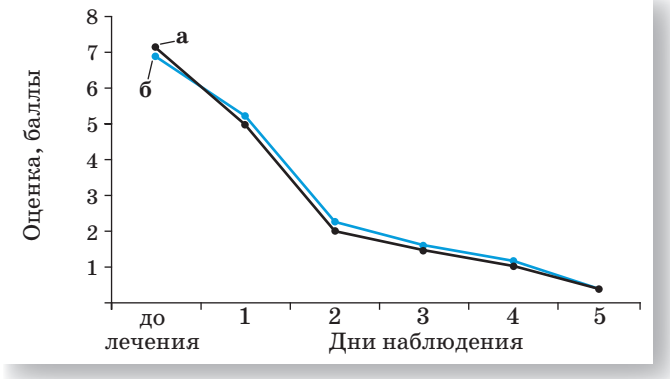

Рис. 4. Динамика клинических проявлений при обострении БА на фоне ингаляций Пульмикорта и парентерального введения преднизолона.
а — Пульмикорт, б — Преднизолон.

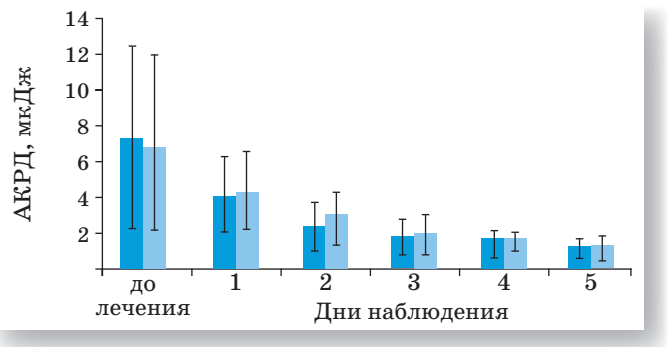

Рис. 5. Динамика показателей АКРД в диапазоне >5–12,6 кГц при обострении БА при применении Пульмикорта и парентерального введения Преднизолона.
1-й столбик — Пульмикорт, 1-й столбик — Преднизолон.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ильина Н.И., Богова А.В.* Эпидемиология и аллергия. Физиология и патология иммунной системы. 2004; 8 (2): 4–10.

2. *Beck R, Elias N, Shoval S, et al.* . Computerized acoustic assessment of treatment efficacy of nebulized epinephrine and albuterol in RSV bronchiolitis. BMC.Pediatr. 2007; 7: 22.

3. *Branco A, Fekete SM, Rugolo LM, Rehder MI.* The newborn pain cry: descriptive acoustic spectrographic analysis. Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. 2007; 71: 539–546.

4. *Gross V, Reinke C, Dette F et al.* Mobile nocturnal long-term monitoring of wheezing and cough. Biomed Tech. (Berl). 2007; 52: 73–76.

5. *Коренбаум В.И., Почекутова И.А., Кулаков Ю.В. и др.* Акустическая диагностика системы дыхания человека на основе объективного анализа дыхательных звуков. Вестн. ДВО РАН. 2004; 5: 68–79.

6. *Семенкова Г.Г., Провоторов В.М., Сычев В.В. и др.* Спектральная туссофонобарография — метод оценки обратимости бронхиальной обструкции у больных бронхиальной астмой. Пульмонология. 2003; 6: 32–36.

7. *Малышев В.С., Ардашникова С.И., Каганов С.Ю. и др.* Способ регистрации дыхательных шумов. Патент РФ № 5062396. Бюлл. изобрет. 1995; №18.

8. *Геппе Н.А., Малышев В.С., Лисицын М.Н. и др.* Бронхофонография в комплексной диагностике бронхиальной астмы у детей. Пульмонология. 2002; 5: 33–39.

9. Национальная программа Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактики. М., 2006.

© Коллектив авторов, 2009