

Диагностика ранних нарушений функции внешнего дыхания у детей с бронхиальной астмой по данным импульсной осциллометрии

ГОУ ВПО "Ярославская государственная медицинская академия", г. Ярославль

N.L.Chernaya, O.V.Fomina, I.V.Ivanova

Impulse oscillometry as a method of diagnosis of early respiratory dysfunction in asthmatic children

Summary

We have assessed diagnostic value of impulse oscillometry for recognition of early respiratory dysfunction in asthmatic adolescents. There were 242 adolescents aged 10 to 17 under the supervision. Of them, 223 had mild stable asthma and 19 were as controls without respiratory dysfunction. According to clinical features, asthma control level and treatment all the asthmatic adolescents were subdivided into 5 groups. Lung ventilation was examined with MasterScreenBody (Erich Jaeger, GmbH) MasterIOS including impulse oscillometry and spirometry. The impulse oscillometry can be very helpful in assessment of severity and location of respiratory obstruction in asthmatic adolescent with normal spirometric parameters.

Резюме

В статье оцениваются возможности метода импульсной осциллометрии для диагностики ранних нарушений функции внешнего дыхания у подростков с бронхиальной астмой (БА). Обследовано 242 подростка в возрасте 10–17 лет: 223 с легкой БА в стадии ремиссии и 19 без хронической патологии дыхательных путей. Дети с БА были разделены на 5 подгрупп в зависимости от клинических особенностей заболевания, степени контроля и получаемой базисной терапии. Вентиляционная функция респираторного тракта исследовалась на приборе MasterScreenBody (Erich Jaeger GmbH) с приставкой MasterIOS методами импульсной осциллометрии и спирометрии. Было установлено, что импульсная осциллометрия позволяет определить степень выраженности и уровень обструкции дыхательных путей у подростков с БА при нормальных функциональных показателях по результатам классической спирометрии.

На протяжении последних лет продолжается неуклонный рост бронхиальной астмы (БА) у детей, при этом "омоложение" и "утяжеление" заболевания вызывает особое беспокойство педиатров [1, 2]. В частности, заболеваемость БА в Ярославской области выросла с 2000 г. на 60 % и в 2006 г. составила 23,1 на 1 000 детского населения. Несмотря на достигнутый прогресс в ее лечении, актуальными остаются вопросы своевременной постановки диагноза, контроля эффективности лечения, профилактики БА и ее обострений. У значительной части пациентов с легким течением заболевания диагноз не устанавливается, а у многих детей со среднетяжелым течением БА диагностируется через несколько лет после начала болезни [1, 3]. Проблемы диагностики приводят к отсутствию или позднему началу профилактических и лечебных мероприятий. Отсутствие контроля за течением заболевания и четкого плана лечения является фактором повышенного риска осложнений и смерти от БА. Наиболее критическими в этом отношении являются препубертатный и пубертатный периоды, так как около 80 % смертей от БА приходится на возраст 11–16 лет [1]. Основные клинические проявления БА обусловлены нарушениями функции внешнего дыхания (ФВД), поэтому наряду с оценкой анамнеза, клинических симптомов и данных аллергологического обследования обязательным для

диагностики БА у детей старше 5 лет является исследование ФВД. Известно, что спирометрия позволяет оценить состояние преимущественно верхних и центральных отделов респираторного тракта. Основной ее параметр — объем форсированного выдоха за 1-ю с ($ОФВ_1$) в период ремиссии БА остается в пределах нормы долгое время и снижается либо при более выраженной степени тяжести заболевания, либо в период его обострения [4]. В то же время морфологические изменения на начальных стадиях патологического процесса возникают в мелких бронхах и бронхиолах, носят скрытый характер и могут быть выявлены только с помощью бронходилатационной пробы. Оценка результатов теста у детей до настоящего времени вызывает затруднения [5–7]. Все это создает определенные трудности в своевременной диагностике БА, трактовке степени тяжести заболевания, контроле эффективности лечения и требует совершенствования методов функциональной диагностики у детей.

В последние годы для исследования ФВД стала использоваться техника форсированных осцилляций и одна из ее модификаций — импульсная осциллометрия (ИО). Работы, посвященные опыту применения ИО у детей, немногочисленны и противоречивы: с одной стороны, они свидетельствуют о ее высокой информативности и чувствительности [8, 9],

а с другой — о низкой диагностической ценности [10]. Преимуществом ИО является возможность оценить проходимость дыхательных путей у детей при спонтанном дыхании без выполнения форсированных дыхательных маневров [11–13]. Являясь неинвазивным, простым и быстрым методом, ИО характеризует проходимость как проксимальных, так и дистальных отделов респираторного тракта, не только уточняет, но и дополняет данные спирометрии. По последним рекомендациям Европейского респираторного общества особое внимание заслуживает новый интегральный показатель АХ (площадь реактанса), который обобщает результаты основных параметров, характеризующих состояние бронхои и респираторной части бронхиального дерева, где происходят начальные функциональные и морфологические изменения воздухоносных путей и легочной ткани [12]. В отечественной педиатрической практике метод ИО еще не нашел достаточно широкого применения.

Цель исследования — оценить возможности использования метода ИО для диагностики ранних нарушений механических свойств аппарата вентиляции у детей подросткового возраста, страдающих БА.

В задачи исследования входило:

- выявление изменений осцилляторной механики дыхания у подростков, больных легкой БА в периоде ремиссии, при нормальных показателях спирометрии;
- изучение характера и выраженности изменений параметров ИО в зависимости от контроля заболевания и наличия базисной терапии.

Материалы и методы

Обследовано 242 ребенка в возрасте 10–17 лет, из них 223 (167 мальчиков и 56 девочек) с легкой БА в стадии ремиссии составили основную группу (БА) и 19 детей (10 мальчиков и 9 девочек) без хронической патологии дыхательных путей вошли в группу контроля.

У пациентов с БА диагноз был верифицирован в соответствии с Национальной программой "Бронхиальная астма у детей" [1]. Контроль течения заболевания проводился по результатам "Астма-контролирующего теста" (АСТ™) для детей старше 6 и 12 лет. Полный контроль заболевания фиксировался при 25 баллах, хороший — при 20–24 баллах. В зависимости от степени контроля заболевания и наличия базисной терапии (БТ) было выделено 5 подгрупп: 1-я — 45 детей с интермиттирующей БА с полным контролем заболевания, не получающих базисную терапию (ИБА БТ"-" ПК); 2-я — 55 детей с персистирующей БА с полным контролем заболевания, получающих базисную терапию (ПБА БТ"+" ПК); 3-я — 40 детей с персистирующей БА с полным контролем заболевания, не получающих базисную терапию (ПБА БТ"-" ПК); 4-я — 42 ребенка с персистирующей БА с хорошим контролем заболевания, получающие базисную тера-

пию (ПБА БТ"+" ХК); 5-я — 41 ребенок с персистирующей БА, не получающий базисную терапию, с хорошим контролем заболевания (ПБА БТ"-" ХК).

Вентиляционная функция респираторного тракта исследовалась на приборе *MasterScreenBody, Erich Jaeger GmbH*, с приставкой *MasterIOS* методами импульсной осциллометрии (668 исследований) и спирометрии (334 исследования). Спирометрия проводилась по классической методике, результаты оценивались по таблице "Градации нормальных значений и снижения основных показателей спирометрии для лиц моложе 18 лет" [13].

Импульсная осциллометрия — метод оценки проходимости дыхательных путей (ДП) на основе измерения параметров импульсного сопротивления. Специальное приспособление (громкоговоритель) генерирует поток форсированных (навязанных) осцилляций с частотой колебаний от 5 до 35 Гц, которые накладываются на спонтанное дыхание пациента и через измерительную часть устройства попадают в дыхательный тракт. В отображенном выдыхаемом потоке измеряются давление (Р) и объемная скорость (V') осцилляций воздушного потока, отношение которых представляет собой общий дыхательный импеданс ($Z_{rs} = P/V'$), отражающий общее дыхательное сопротивление. Составляющие общего дыхательного импеданса Z_{rs} : резистивное сопротивление, резистанс (R_{rs}), характеризует неэластическое фрикционное сопротивление дыхательных путей; реактивное сопротивление, реактанс (X_{rs}), представляет сумму эластического сопротивления и инерционного сопротивлений. В изучаемом диапазоне частот R_{rs} находится в обратной зависимости от частоты осцилляции, уменьшаясь от 5 до 35 Гц. В X_{rs} эластическая часть представлена отрицательными значениями, а инерционная — положительными величинами. Точка перехода X_{rs} из отрицательных величин в положительные называется резонансной частотой (FR) (см. рисунок). В настоящее время выделены наиболее информативные параметры импульсного сопротивления:

1. общий дыхательный импеданс на частоте 5 Гц (Z_5), ($Z_{52} = R_{52} + X_{52}$);
2. параметры резистивного компонента импеданса (R_{rs}) на частотах 5 и 20 Гц (R_5 , R_{20});
3. параметр эластической части реактивного компонента импеданса (X_{rs}) на частоте 5 Гц (X_5);
4. величина частотной зависимости резистивного компонента в диапазоне частот от 5 до 20 Гц (ΔR_{5-20}), отражающая равномерность процессов вентиляции, вычисляемая по формуле: $\Delta R_{5-20} = R_5 - R_{20}$;
5. FR, отражающая вклад эластического и инерционного сопротивления в формирование общего дыхательного сопротивления [14].

По последним данным зарубежной литературы, основное значение в оценке состояния периферических дыхательных путей имеет новый интегральный показатель "площадь реактанса" (АХ), рекомендуемый

Анатомическая структура	Генерация бронхов	Соотношение с физиологией легкого		Анатомические отделы и их вклад в осцилляторное сопротивление
		Движение воздушного потока по дыхательной трубке	Основные параметры импульсной осциллометрии	
Гортань				Центральные отделы ($> 80\%$)
Трахея				
Бронхи: крупные; средние;	8–10			
мелкие	11–16			Периферические отделы
Бронхиолы	17			
Альвеолярные ходы	8–23			Респираторная зона ($< 20\%$)
Альвеолы	24			

Рис. Строение легкого: модель дыхательной трубки (по Weibel E.R. *Morphometry of the human lung*. Berlin: Springer; 1963)

Примечания: V' — объемная скорость осцилляций воздушного потока; P — давление осцилляций воздушного потока; $Z5$ — респираторная проводимость; $R5$ — общее сопротивление; $R20$ — сопротивление центральных дыхательных путей; $X5$ — емкостная реактивность легкого.

в последней версии программного обеспечения [12]. АХ является интегральным показателем, включающим изменения $X5$, FR , а также формы кривой X , и тесно коррелирует с FR .

Процедура ИО проводилась двумя методами: во время спокойного дыхания и во время маневра спокойной жизненной емкости легких (ЖЕЛ). Для математической обработки результатов исследования необходимо выполнение 3–4 дыхательных циклов. Чтобы исключить влияние артефактов, пациенты предпринимали 5 последовательных попыток спонтанного дыхания длительностью по 30–40 с для получения 3 воспроизводимых попыток. Продолжительность процедуры составляла 15–20 мин. Аналогично выполнялось исследование посредством маневра спокойной ЖЕЛ. Степень отклонений оценивалась по таблице "Границы нормы и градации отклонений от нормы основных показателей импульсной осциллометрии у детей 6–17 лет" [15].

Анализ результатов осуществляли с помощью пакета прикладных программ *Statistica 6.0*, используя непараметрические методы статистики с оценкой достоверности различий по критерию Вальда–Вольфовица. Для исключения эффекта множественных сравнений был установлен пороговый уровень статистической значимости различий $p = 0,01$.

Результаты и обсуждение

При выборе наиболее информативных параметров ИО, позволяющих оценить проходимость ДП у детей, был проведен корреляционный анализ с показателями спирометрии. При использовании методики

спокойной ЖЕЛ была установлена умеренная обратная зависимость FR , АХ, общего дыхательного импеданса ($Z5$), параметров его резистивного ($R5$, $R20$) и реактивного ($X5$) компонентов от скоростных показателей спирометрии. Когда же ИО применялась на спонтанном дыхании, была выявлена умеренная обратная зависимость FR , АХ, $Z5$, $R5$ и $R20$ от показателя $ОФВ_1$ и умеренная обратная зависимость FR и АХ от объема форсированного выдоха за 0,5 с ($ОФВ_{0,5}$) и средней объемной скорости на 25–75 % ЖЕЛ ($СОС_{25-75}$), как показано в табл. 1.

У всех больных БА детей вне зависимости от степени контроля (тест АСТTM) и наличия базисной терапии выявлены статистически значимые различия спирометрических показателей $ОФВ_1$, индекса Тиффно (ИТ, вычисляемый как отношение $ОФВ_1$ к форсированной ЖЕЛ), $ОФВ_{0,5}$, $СОС_{25-75}$ по сравнению с группой контроля (табл. 2). В то же время их значения находились в пределах нормы (ЖЕЛ, форсированная ЖЕЛ, $ОФВ_1$, ИТ, пиковая скорость выдоха (ПСВ), $ОФВ_{0,5}$, $СОС_{25-75}$ у детей с полным контролем БА) или условной нормы ($СОС_{25-75}$ у детей с хорошим контролем БА).

Таким образом, показатели спирометрии у детей с БА в периоде ремиссии не позволяют оценить степень нарушения проходимости ДП, а для выявления латентного бронхоспазма требуется более глубокое обследование больных.

Показатели спокойной ИО позволили установить достоверные различия между группами наблюдения по двум показателям. Статистически значимые различия выявлены по показателю FR у детей с персистирующей БА с хорошим контролем заболевания, не

Таблица 1
Коэффициенты корреляции Спирмена показателей импульсной осциллометрии и спирометрии у обследованных подростков

Параметры импульсной осциллометрии		Параметры спирометрии			
Методика	Показатели	ФЖЕЛ	ОФВ ₁	ОФВ _{0,5}	СОС _{25–75}
Спокойное дыхание	Z5	–0,15	–0,27	–0,20	–0,19
	R5	–0,15	–0,27	–0,21	–0,20
	R20	–0,13	–0,26	–0,27	–0,23
	X5	–0,10	–0,14	–0,08	–0,05
	FR	–0,18	–0,41	–0,33	–0,45
	AX	–0,18	–0,41	–0,31	–0,43
Спокойная ЖЕЛ	Z5	–0,17	–0,39	–0,39	–0,37
	R5	–0,16	–0,39	–0,39	–0,37
	R20	–0,11	–0,32	–0,40	–0,33
	X5	–0,16	–0,33	–0,27	–0,29
	FR	–0,14	–0,46	–0,41	–0,56
	AX	–0,15	–0,44	–0,38	–0,53

Примечания: здесь и далее ФЖЕЛ — форсированная жизненная емкость легких; ОФВ₁ — объем форсированного выдоха за 1-ю с; ОФВ_{0,5} — объем форсированного выдоха за 0,5 с; СОС_{25–75} — средняя объемная скорость при 25–75 % ЖЕЛ; Z5 — общий дыхательный импеданс; R5 — резистанс на частоте 5 Гц; R20 — резистанс на частоте 20 Гц; X5 — реактанс на частоте 5 Гц; FR — резонансная частота; AX — площадь реактанта.

получающих базисную терапию ($p < 0,001$), и у детей с хорошим контролем БА, получающих БТ ($p = 0,009$), а также по показателю AX у детей с хорошо контролируемой персистирующей БА, не получающих БТ ($p = 0,01$), в сравнении с группой контроля. По показателям Z5, R5, R20, X5 значимые различия выявлены не были. Однако у всех больных персистирующей БА отмечалось умеренное повышение Z5, R5, R20, в группах с полным контролем БА — легкое (ближе к норме), в группах с хорошим контролем БА — умеренно выраженное и на границе с нормой — в группе с интермиттирующей БА. Показатель X5, характеризующий проходимость периферических

дыхательных путей, был умеренно повышен у подростков с хорошим контролем БА независимо от получения базисной терапии (табл. 3).

Показатели ИО на маневре спокойной ЖЕЛ оказались самыми результативными. У больных персистирующей БА, не получающих БТ, с полным контролем заболевания в сопоставлении с показателями здоровых детей статистически значимые различия выявлены по показателям AX ($p < 0,001$), X5 ($p = 0,009$) и FR ($p = 0,003$), которые отражают нарушения проходимости периферических ДП на уровне бронхиол и не сопровождаются клиническими проявлениями. Причем в этой группе более высокая

Таблица 2
Показатели спирометрии у детей группы контроля и у детей с легкой бронхиальной астмой в периоде ремиссии, в зависимости от степени контроля и получаемой базисной терапии

Показатели спирометрии	Медианы и интерквартильные размахи значений показателей в группах					
	ГК	ИБА БТ "–" ПК	ПБА БТ "+" ПК	ПБА БТ "–" ПК	ПБА БТ "+" ХК	ПБА БТ "–" ХК
ЖЕЛ, %	95,3	102,3	103,4	99,6	99,7	100,0
	90,8–103,0	95,4–108,3	95,0–109,1	92,7–105,3	94,5–107,3	92,6–107,3
ФЖЕЛ, %	93,3	100,3	102,3	98,0	95,9	97,4
	88,8–103,9	95,1–104,7	92,2–109,4	91,9–104,9	90,4–106,1	91,2–104,2
ОФВ ₁ , %	104,1	106,2	103,1	99,9*	95,2	91,8*
	102,0–115,3	98,6–113,9	95,7–109,2	95,0–106,0	83,6–102,6	85,0–98,5
ИТ	95,6	89,9	84,9	86,1	79,5*	80,4**
	90,6–97,6	83,4–93,9	80,4–90,9	81,6–90,1	74,8–84,4	76,1–84,2
СОС _{25–75} , %	110,3	94,9	84,5	79,1	67,8*	65,4**
	102,0–125,6	86,1–108,9	65,0–94,6	72,2–95,9	56,2–82,3	53,9–70,7
ПСВ, %	106,7	111,7	105,8	102,0	99,5	100,1
	102,0–114,4	102,4–124,0	94,6–115,3	94,3–116,8	86,5–112,8	90,8–107,6
ОФВ _{0,5} , %	104,3	104,9	97,8	101,3	87,2	84,4*
	99,9–110,6	97,7–112,1	94,0–103,7	89,6–104,3	84,6–87,8	77,4–91,5

Примечания: * — $p < 0,01$; ** — $p < 0,001$ в сопоставлении с группой контроля (ГК). ИБА БТ "–" ПК — группа с интермиттирующей БА с полным контролем заболевания без базисной терапии; ПБА БТ "+" ПК — группа с персистирующей БА с полным контролем заболевания при базисной терапии; ПБА БТ "–" ПК — группа с персистирующей БА с полным контролем заболевания без базисной терапии; ПБА БТ "+" ХК — группа с персистирующей БА с хорошим контролем заболевания при базисной терапии; ПБА БТ "–" ХК — группа с персистирующей БА с хорошим контролем заболевания без базисной терапии; ИТ — индекс Тиффно (ОФВ₁/ФЖЕЛ).

Таблица 3

Показатели спокойной импульсной осциллометрии у детей группы контроля и у детей с легкой БА в периоде ремиссии в зависимости от степени контроля и получаемой базисной терапии

Показатели ИО	Медианы и интерквартильные размахи значений показателей в группах					
	ГК	ИБА БТ "–" ПК	ПБА БТ "+" ПК	ПБА БТ "–" ПК	ПБА БТ "+" ХК	ПБА БТ "–" ХК
Z5, %	102,0	103,1	97,9	105,0	126,9	117,6
	78,3–114,2	85,6–116,6	84,5–119,2	86,6–122,8	103,7–170,6	101,5–158,2
R5, %	102,0	104,1	99,2	104,7	128,2	117,4
	79,9–110,3	88,2–115,9	84,4–122,8	88,9–125,7	104,9–172,0	104,3–162,5
R20, %	103,0	108,2	108,2	114,0	129,4	132,4
	96,8–126,2	95,6–125,0	91,3–128,7	101,7–139,1	114,5–148,2	111,3–154,2
X5, %	88,9	92,3	81,4	87,5	126,1	102,3
	69,1–109,8	72,6–116,9	70,7–126,7	65,0–111,4	86,0–168,1	92,8–152,1
FR	9,0	9,3	12,5	12,8	16,6**	17,8***
	8,6–14,7	8,8–10,8	9,8–16,2	10,4–16,0	11,4–21,6	13,6–19,9
AX	2,2	1,9	4,6	4,5	6,7	7,7*
	1,2–5,9	1,3–2,6	2,1–6,9	2,4–8,0	3,3–11,1	4,5–12,8

Примечания: * – $p = 0,01$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ в сопоставлении с группой контроля (ГК); ИО – импульсная осциллометрия.

достоверность различий была по показателю AX, что легко объяснимо, т. к. AX интегрирует значения X5, FR и формы кривой X5.

В группе детей с БА без БТ с хорошим контролем более высокий уровень статистической значимости различий получен по показателям FR ($p < 0,001$) и AX ($p < 0,001$), менее выраженные различия выявлены по показателям X5 ($p = 0,008$) и R5 ($p = 0,003$). Значительно повышенными оказались Z5, его резистивный компонент R5 и R20, X5 — без выраженной частотной зависимости, а также умеренно повышен показатель AX, что характерно для обструкции центральных и периферических отделов ДП. Данные результаты были расценены как свидетельство обструктивных изменений на уровне крупных, средних, мелких бронхов и бронхиол у детей, не получающих БТ, с хорошим контролем БА.

В группе детей, получающих БТ, с полным контролем БА статистически значимые различия в срав-

нении с группой контроля не были установлены. Отмечалось умеренное повышение реактанса X5 и площади реактанса AX как проявление клинически бессимптомной обструкции мелких бронхов и бронхиол.

В группе детей, получающих БТ, с хорошим контролем БА в сопоставлении с показателями детей из контрольной группы статистически значимые различия выявлены по 5 показателям. Наиболее чувствительными из них оказались FR ($p < 0,001$) X5 ($p < 0,001$) и AX ($p = 0,002$). Значительное повышение Z5, R5, R20, X5, AX и выраженная частотная зависимость реактанса характерны для обструкции мелких бронхов. Наиболее высокие процентные значения всех показателей по сравнению с другими группами, вероятно, можно связать с недостаточным контролем БА, требующим назначения БТ.

В группе подростков с интермиттирующей БА статистически значимые различия в сравнении с

Таблица 4

Показатели импульсной осциллометрии во время маневра спокойной ЖЕЛ у детей группы контроля и у детей с легкой БА в периоде ремиссии в зависимости от степени контроля и получаемой базисной терапии

Показатели ИО	Медианы и интерквартильные размахи значений показателей в группах					
	ГК	ИБА БТ "–" ПК	ПБА БТ "+" ПК	ПБА БТ "–" ПК	ПБА БТ "+" ХК	ПБА БТ "–" ХК
Z5, %	104,2	122,8	129,6	132,6	182,7**	158,2
	94,5–115,2	111,2–150,3	114,2–161,5	113,1–161,8	147,2–247,5	127,7–194,5
R5, %	104,4	124,8	128,2	132,4	180,5*	151,7*
	93,8–109,1	110,7–150,4	113,1–161,9	114,7–162,0	145,3–248,3	127,9–194,3
R20, %	105,6	125,8	129,3	132,5	162,2	151,8
	99,0–122,5	115,5–148,6	110,1–152,1	108,3–155,5	129,5–182,8	122,5–175,5
X5, %	102,5	127,4	134,7	138,1*	215,8**	173,8*
	95,4–129,2	103,4–153,9	111,8–180,0	118,2–168,7	141,3–288,0	144,4–232,2
FR	10,5	12,3	18,3	18,4*	22,4**	22,3**
	9,3–14,5	10,8–14,0	13,2–21,1	14,7–21,9	19,4–24,7	19,7–24,5
AX	3,6	4,0	10,8	13,2**	19,3*	18,5**
	2,0–6,0	2,3–6,1	4,6–17,5	7,7–19,8	11,4–25,0	12,1–26,4

Примечания: * – $p < 0,01$; ** – $p < 0,001$ в сопоставлении с группой контроля.

группой контроля не выявлены. В отличие от 4 групп детей с персистирующей БА данная группа была единственной, в которой значение показателя АХ оставалось в пределах нормы, что свидетельствует об отсутствии патологических изменений на уровне бронхиол и альвеолярных ходов (табл. 4). У детей с персистирующей БА вне зависимости от контроля заболевания и получения базисной терапии отмечалось повышение показателей АХ, Х5 и FR, характеризующих нарушение проходимости периферических ДП (мелких бронхов и бронхиол).

На следующем этапе исследования группа детей с БА была разделена на подгруппы с полным (140 детей) и хорошим контролем заболевания (83 ребенка) вне зависимости от формы БА и получаемой БТ. При сравнении групп с полным и хорошим контролем БА по показателям спирометрии ОФВ₁, ИТ, СОС_{25–75} и ОФВ_{0,5} были выявлены статистически значимые различия, но, т. к. их значения находились в пределах нормы или условной нормы, клиническая интерпретация была затруднена.

Показатели спокойной ИО оказались несколько более чувствительными: статистически значимые различия были выявлены по показателям АХ ($p < 0,001$) и FR ($p = 0,048$), но и они также были в пределах нормы или условной нормы. Остальные показатели были умеренно повышены, и группы

различались лишь по более высокому уровню Х5 при хорошем контроле БА.

В то же время при анализе показателей ИО на маневре спокойной ЖЕЛ были выявлены статистически значимые различия по основным параметрам, характеризующим проходимость периферических ДП (Z5, R5, FR, AX). Кроме того, группы с полным и хорошим контролем различались по уровню повышения всех показателей (умеренные / значительные), что позволило сделать вывод о степени и уровне нарушения проходимости ДП (табл. 5).

Отметим, что при использовании двух методик ИО (при спокойном дыхании и при маневре спокойной ЖЕЛ), статистически значимые различия были получены по показателю АХ. Это подчеркивает целесообразность использования обеих методик, данные которых дополняют и уточняют друг друга.

Заключение

1. ИО позволяет определить степень выраженности и уровень обструкции дыхательных путей у детей с БА при нормальных функциональных показателях классической спирометрии.
2. В сравнении со спирометрией импульсная осциллометрия позволяет выявить легкую степень нарушения проходимости периферических ДП и

Таблица 5
Показатели спирометрии и ИО у детей с легкой БА в периоде ремиссии в зависимости от степени контроля и получаемой базисной терапии

Показатели ФВД	Значения и оценка показателей в группах				p
	Полный контроль		Хороший контроль		
	Медиана и интерквартильный размах	Оценка показателя	Медиана и интерквартильный размах	Оценка показателя	
Спирометрия					
ЖЕЛ, %	101,7 (94,7–107,5)	норма	100,0 (92,9–107,3)	норма	> 0,05
ФЖЕЛ, %	100,4 (93,1–106,8)	норма	96,1 (90,8–105,1)	норма	> 0,05
ОФВ ₁ , %	103,7 (96,4–109,2)	норма	93,7 (83,6–101,1)	норма	< 0,001
ИТ	86,4 (81,7–91,6)	норма	79,8 (75,3–84,3)	норма	0,001
СОС _{25–75} , %	85,7 (72,3–100,1)	норма	65,8 (53,9–78,4)	усл. норма	< 0,001
ПСВ, %	107,3 (96,1–118,9)	норма	100,0 (88,4–109,4)	норма	> 0,05
ОФВ _{0,5} , %	101,8 (94,3–108,8)	норма	87,0 (83,7–88,8)	усл. норма	< 0,001
Импульсная осциллометрия — методика спокойного дыхания					
Z5, %	100,9 (85,5–119,6)	↑	124,7 (102,2–169,0)	↑	> 0,05
R5, %	102,6 (87,0–120,8)	↑	122,7 (104,3–164,5)	↑	> 0,05
R20, %	110,6 (96,8–127,8)	↑	129,9 (11,7–151,3)	↑	> 0,05
X5, %	89,2 (68,9–118,7)	↑	110,0 (92,3–168,1)	↑↑	> 0,05
FR	11,4 (9,3–15,3)	усл. норма	16,9 (13,0–20,2)	усл. норма	0,05
AX	3,2 (1,8–6,4)	норма	7,3 (4,3–12,0)	усл. норма	< 0,001
Импульсная осциллометрия — методика спокойной ЖЕЛ					
Z5, %	128,8 (112,3–158,0)	↑	170,0 (135,7–220,5)	↑↑	0,05
R5, %	128,9 (112,5–160,3)	↑	170,2 (136,1–217,0)	↑↑	< 0,001
R20, %	129,2 (110,5–150,8)	↑	154,7 (125,6–177,4)	↑↑	0,01
X5, %	132,3 (111,8–167,8)	↑↑	181,7 (141,3–277,9)	↑↑↑	> 0,05
FR	15,5 (12,0–20,2)	усл. норма	22,4 (19,5–24,6)	усл. норма	< 0,001
AX	8,2 (3,7–14,9)	↑	18,8 (11,8–26,4)	↑↑	0,001

Примечания: ↑ — значение повышено; ↑↑ — значение умеренно повышено; ↑↑↑ — значение существенно повышено.

обеспечить более надежный контроль за течением БА.

3. Данные методик спокойной ИО и ИО при маневре ЖЕЛ дополняют и уточняют друг друга, их рекомендуется использовать в комплексе с традиционной спирометрией.

Литература

1. Национальная программа "Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактика". 2-е изд. М.: Изд. дом "Русский врач"; 2006.
2. Мизерницкий Ю.Л., Царегородцев А.Д. (ред.). Пульмонология детского возраста: проблемы и решения. М.; 2005; вып. 5.
3. Чучалин А.Г. Бронхиальная астма и астматические состояния. Рус. мед. журн. 2002; 10: 5–7.
4. Клинико-функциональные критерии оценки степени тяжести бронхиальной астмы у детей. Лукина О.Ф., Балаболкин И.И., Куличенко Т.В. и др. М.; 2002.
5. Геппе Н.А., Малышев В.С., Лисицын М.Н. и др. Бронхофонография в комплексной диагностике бронхиальной астмы у детей. Пульмонология 2002; 5: 33–39.
6. Калманова Е.Н., Айсанов З.Р. Исследование респираторной функции и функциональный диагноз в пульмонологии. Рус. мед. журн. 2000; 12: 510–514.
7. Лукина О.Ф. Функциональные методы диагностики бронхиальной обструкции у детей. В кн.: Тезисы докладов Межрегиональной пульмонологической конф. "Пульмонология детского возраста: проблемы и лечение". М.; Иваново; 2002: 22–25.
8. Антонова Е.А., Желенина Л.А. Импульсная осциллометрия — новый метод функциональной диагностики у детей младшего возраста. Пульмонология 2003; 6: 30–34.
9. Cuijpers C.E., Wesseling G., Swaen G.M.H. et al. Frequency dependence of oscillatory resistance in healthy primary school children. Respiration 1993; 60 (2): 149–154.
10. Klug B., Bisgaard H. Measurement of lung function in awake 2–4 year-old asthmatic children during methacholin challenge and acute asthma: a comparison of the impulse oscillation technique, the interrupter technique, and transcutaneous measurement of oxygen versus whole-body plethysmography. Pediatr. Pulmonol. 1996; 21: 290–300.
11. Vogel J., Smidt U. Impulse oscillometry — analysis of lung mechanics in general practice and the clinic, epidemiological and experimental research. Frankfurt: Pmi Verlagsgruppe GmbH; 1994.
12. Smith H.J., Reinhold P., Goldman M.D. Forced oscillation technique and impulse oscillometry. Eur. Respir. Monogr. 2005; 31: 72–105.
13. Клемент Р.Ф., Зильбер Н.А. Функционально-диагностические исследования в пульмонологии: Метод. рекомендации. СПб.; 1994.
14. Smith H.J., Vogel J., Arnold J. et al. Impulse oscillometry for early diagnosis of obstructive airway diseases. Recommendations. English Ed. London; 1997.
15. Использование импульсной осциллометрии для оценки функции дыхания при респираторной патологии у детей и взрослых: Метод. рекомендации. СПб.; 2003.

Поступила 28.04.07
© Коллектив авторов, 2007
УДК 616.248-053.2-092