

Е.А.Антонова, Л.А.Желенина, Л.М.Ладинская

ИМПУЛЬСНАЯ ОСЦИЛЛОМЕТРИЯ — НОВЫЙ МЕТОД ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ВОЗРАСТА

ГУЗ Консультативно-диагностический центр для детей;
НИИ пульмонологии СПб ГМУ им. акад. И.П.Павлова, Санкт-Петербург

IMPULSE OSCILLOMETRY IS A NEW FUNCTIONAL METHOD
TO DIAGNOSE BRONCHIAL ASTHMA IN INFANTS

E.A.Antonova, L.A.Zhelenina, L.M.Ladinskaya

Summary

Last years impulse oscillometry (IO) has become one of the most important methods to evaluate airway passability based on a measurement of various types of bronchial resistance. The aim of this study was to determine most sensitive IO parameters to diagnose bronchial obstruction in 3 years old children with bronchial asthma (BA). The most informative IO parameters correlating to FEV_1 were found which were resonant frequency (Fr), total respiratory impedance (Zrs) and its components: resistance and reactance at 5 Hz (Rrs5, Zrs5). Xrs5 and Fr were found to be the most sensitive parameters for obstructive syndrome detection. This method is sensitive and informative and can be used to monitor BA in infants when routine methods can not be applied.

Резюме

Импульсная осциллометрия (ИО) — один из методов оценки проходимости дыхательных путей на основе измерения различных видов бронхиального сопротивления. Целью настоящего исследования было выявление наиболее чувствительных показателей ИО для диагностики бронхиальной обструкции у детей младшего возраста. Установлены наиболее информативные и коррелируемые с $ОФВ_1$ показатели ИО — резонансная частота (Fr), общий дыхательный импеданс (Zrs) и его компоненты — резистанс и реактанс на 5 Гц (Rrs5, Xrs5). Наиболее чувствительными для диагностики обструктивного синдрома оказались реактанс на 5 Гц (Xrs5) и резонансная частота (Fr). Данный чувствительный и информативный метод может быть полезным для мониторингирования функции внешнего дыхания у маленьких пациентов, где применение рутинных методов исследования невозможно.

Бронхиальная астма (БА) — ведущая патология среди хронических неспецифических заболеваний легких у детей. В России, по данным официальной статистики, от 5 до 10% детского населения страдают БА, из них 2/3 заболевают в течение первых 3 лет жизни [3,4]. Темпы роста БА у детей выше, чем у взрослых [8]. Поэтому своевременная ранняя диагностика заболевания важна для предотвращения развития тяжелых форм болезни.

БА характеризуется нарушением вентиляционной функции легких, что приводит к снижению скоростных показателей дыхательного потока и увеличению сопротивления дыхательных путей (ДП). Изменения скоростных показателей воздушного потока выявляются рутинными методами функциональной диагностики: пикфлоуметрией (изменение величины пиковой скорости выдоха) или спирометрией (уменьшение объемно-скоростных параметров кривой поток-объем). Для оценки сопротивления ДП в настоящее время применяются несколько методов: общая бодиплетиз-

мография, техника внутрипищеводного зонда, метод прерывания воздушного потока. Однако эти методы функциональной диагностики не всегда могут быть использованы в детской практике, так как требуют активного участия пациента для выполнения форсированных и максимальных маневров или являются громоздкими и инвазивными.

В последние годы для оценки процесса вентиляции легких все чаще стали использоваться тесты осцилляторной механики, в основе которых лежит техника форсированных осцилляций (ТФО) и ее последняя модификация импульсная осциллометрия [14]. ТФО, изучая поведение аппарата вентиляции в определенном диапазоне частот внешних колебаний воздуха от какого-либо источника, значительно превышает обычную частоту дыхания, позволяет оценить общее сопротивление ДП потоку воздуха и его различные виды (неэластическое сопротивление трения, эластическое сопротивление, инерционное сопротивление), что является очевидным преимуще-

ством данной модификации. Появление в последние годы технически усовершенствованных приборов позволило внедрить различные модификации ТФО (в том числе и импульсную осциллометрию — ИО) в клиническую практику. Сущность и принципы ТФО и ИО подробно описаны в зарубежных работах [15]. В отечественной литературе встречаются лишь немногочисленные данные об использовании этих методов у пациентов с бронхолегочной патологией [1,2]. Простота техники ИО, не предусматривающей выполнения максимальных и форсированных дыхательных маневров, так как исследуется спокойное, спонтанное дыхание, кратковременность процедуры (несколько секунд) позволяют использовать метод в педиатрической практике у детей раннего возраста. Работы, посвященные анализу опыта применения ИО у детей немногочисленны и противоречивы: с одной стороны, свидетельствуют о высокой информативности метода [13], а с другой — о его низкой диагностической ценности у маленьких пациентов [10]. В отечественной литературе встречаются лишь единичные сообщения об использовании ТФО и ИО для оценки функции внешнего дыхания (ФВД) у детей [5].

Целью нашего исследования явилось изучение возможностей применения метода ИО у детей раннего возраста, страдающих БА, для оценки бронхообструктивных нарушений и их обратимости.

В задачи исследования входила оценка изменений показателей ИО у детей 3 лет, больных БА легкой и средней степени тяжести, и у детей, не страдающих БА, сравнение их с имеющимися должными величинами.

Материалы и методы

Работа выполнялась с 2000 по 2003 г. на базе ГУЗ Консультативно-диагностического центра для детей (Санкт-Петербург) и НИИ пульмонологии СПбГМУ им. акад. И.П.Павлова. Оценка ФВД проводилась на приборе "МастерСкрин ИОС" (*E.Jaeger*, Германия).

В исследовании участвовало 56 детей 3 лет, разделенных на 2 группы:

1-я группа (30 детей: 17 мальчиков, 13 девочек) с предварительно уточненным диагнозом: atopическая бронхиальная астма в межприступном периоде с легкой (22 ребенка) и средней степенью тяжести течения заболевания (8 детей). Во 2-ю группу (26 детей: 16 мальчиков, 10 девочек) вошли так называемые дети часто и длительно болеющие (ЧДБ), у которых отмечалась патология верхних дыхательных путей (ВДП) и эпизоды длительного кашля без выраженной клинической обструкции нижних дыхательных путей.

Верификация диагноза в 1-й группе проводилась в соответствии с рекомендациями Национальной программы "Бронхиальная астма у детей" [6] и включала выявление позитивного аллергологического и генетического анамнеза (аллергические заболевания у ближайших родственников), оценку клинических проявлений обструкции, определение высоких обще-

го и специфических IgE или положительных результатов кожно-скарификационных проб с различными аллергенами.

Дети из 2-й группы не имели в анамнезе классических проявлений обструкции, однако у них отмечались 6–7 случаев ОРВИ за год с эпизодами шумного дыхания, обусловленного "постназальным" синдромом при ЛОР-патологии [7].

ИО позволяет оценить состояние аппарата вентиляции и проходимости бронхов на основе изучения параметров осцилляционного сопротивления: дыхательного импеданса (Z_{rs}) и его составляющих — резистанса (R_{rs}) и реактанса (X_{rs}) в диапазоне частот от 5 до 35 Гц. R_{rs} , отражающий неэластическое сопротивление трения аппарата вентиляции, имеет обратную зависимость от частоты осцилляции, что связано с наличием турбулентных потоков воздуха в ДП. X_{rs} — суммарный показатель эластического сопротивления, зависящий от эластических свойств дыхательных структур и инерционного сопротивления аппарата вентиляции, связанного с подвижностью смещающихся при дыхании тканей и воздуха. В изучаемом диапазоне частот (5–35 Гц) эластическая часть X_{rs} представлена отрицательными значениями, а инерционная часть — положительными величинами. Точка перехода значений X_{rs} из отрицательных в положительные называется резонансной частотой (F_r), в которой реактивное сопротивление становится равным 0. В результате этого все усилия дыхательной мускулатуры расходуются на преодоление только неэластического (фрикционного) сопротивления.

Процедура ИО проводилась по стандартной методике, предложенной фирмой "*E.Jaeger*", с использованием носового зажима. Дети выполняли 5 последовательных попыток спонтанного дыхания для получения 3 воспроизводимых маневров, различающихся по величине общего дыхательного сопротивления (дыхательного импеданса — Z_{rs}) в пределах 7%. В статистическую обработку включались только те маневры, которые отвечали следующим условиям: соотношение спектральных (частотных) параметров для значений R_{rs} — $R_{rs5} > R_{rs10} > R_{rs15} > R_{rs20} > R_{rs25} < R_{rs35}$; для X_{rs} — $X_{rs5} < X_{rs10} < X_{rs15} < X_{rs20} < X_{rs25} < X_{rs35}$, что соответствовало соотношению этих параметров для спектра должных величин, рассчитанных по специальным уравнениям регрессии, предложенным фирмой "*E.Jaeger*" [12]. Полученные при исследовании показатели сравнивались с рассчитанными должными величинами изучаемых спектральных параметров.

Данным методом мы смогли оценить ФВД у 85% маленьких пациентов. Доступные нам данные литературы свидетельствуют о столь же высокой воспроизводимости метода ИО у маленьких детей [13].

В ходе настоящего исследования анализировались только те показатели, которые, по данным литературы, имеют наилучшую корреляцию с основным спирометрическим показателем — ОФВ₁: резонансная

частота — РЧ (Fr), дыхательный импеданс — Zrs, резистанс на частоте 5 Гц (Rrs5), реактанс на 5 Гц — Xrs5 [9,11].

Результаты и обсуждение

Биомеханические свойства ДП, обеспечивающих вентиляцию легких, подвержены значительным индивидуальным колебаниям в каждой возрастной группе и тесно связаны с физическим развитием, особенно с длиной тела ребенка. Различия механических свойств дыхательной системы у мальчиков и девочек возникают лишь в период полового созревания. Период раннего детства (от 1 года до 3 лет) характеризуется плавными возрастными изменениями биомеханики дыхания и вентиляции, а размеры бронхолегочных структур пропорциональны росту тела и не зависят от пола ребенка. С учетом этих особенностей для объективизации полученных результатов при изучении динамики показателей ИО в изучаемых группах была проведена выборка пациентов, не отличавшихся по ростовым показателям.

Несомненный интерес представляло сравнение изучаемых показателей ИО у больных БА и детей из группы ЧДБ и сопоставление их с должными величинами 3-летних детей.

Результаты, представленные в табл.1, демонстрируют достоверное уменьшение ($p<0,01$) показателя эластической части реактанса при частоте 5 Гц (Xrs5), отражающего изменение эластического сопротивления ДП у пациентов при БА, что свидетельствует о бронхоконстрикции и нарушении бронхиальной проходимости. Это подтверждается имеющимися данным литературы, свидетельствующими, что область реактанса на низких частотах (5 Гц) является наиболее чувствительным осциллометрическим параметром при обструктивном синдроме [11]. Показатели неэластического (фрикционного) сопротивления в обеих группах пациентов достоверно не различаются и не превышают должных значений.

Определенный интерес представляет исследование показателей ИО у пациентов с различной степе-

Таблица 2
Сравнение параметров импульсного сопротивления у детей с БА легкой и средней степени тяжести

Показатель	Должные показатели (n=32)	БА легкой степени (n=35)	БА средней степени (n=14)
Рост, см	101,8±0,77	101,98±0,71 (n=35)	102,54±0,65 (n=14)
Fr, Гц	23,09±0,1*	21,88±0,23*** (n=31)	23,76±0,30*,*** (n=67)
Zrs	1,19±0,01	1,12±0,02** (n=67)	1,21±0,03** (n=31)
Rrs5	кПа/л/с 1,12±0,01	1,06±0,02** (n=67)	1,12±0,01** (n=31)
Xrs5	-0,38±0,004*	-0,37±0,01*** (n=67)	-0,46±0,02*,*** (n=31)

Примечание. * — различия достоверны при $p<0,05$ для должных показателей и изучаемых показателей у пациентов со среднетяжелой БА; ** — при $p<0,01$; *** — при $p<0,001$ — достоверность различий между показателями при легкой и среднетяжелой БА.

ню тяжести БА. Пациенты с легким течением БА в межприступном периоде не имеют нарушений проходимости ДП, определяемых рутинными методами [6]. По нашим данным, часть пациентов 5–6-и лет с хорошо контролируемой БА средней степени тяжести, способных выполнить спирометрию, имели нормальный показатель ОФВ₁. Однако ряд авторов указывают на малую диагностическую ценность показателя ОФВ₁ для дифференцирования легкой и среднетяжелой БА у детей [5]. Для поиска наиболее информативного показателя, позволившего бы оценить степень тяжести БА у детей раннего возраста, было выполнено сравнение ряда параметров ИО у детей с легким и среднетяжелым течением болезни (табл.2).

Установлено, что у пациентов с легким течением БА все изучаемые показатели находились в пределах должных величин (см.табл.2). У пациентов со среднетяжелым течением болезни, происходило достоверное изменение эластического сопротивления ДП, что приводило не только к снижению параметра Xrs5 эластической части реактанса ($p<0,05$), но и к значимому ($p<0,05$) увеличению показателя резонансной частоты (Fr). В результате сравнения показателей ИО удалось установить, что при более тяжелом течении БА наряду с изменением эластической составляющей реактанса отмечалось так же достоверное ($p<0,01$) повышение резистанса (Rrs5) — неэластического сопротивления ДП, что, вероятно, может отражать степень выраженности местного воспалительного процесса в бронхах. Однако наибольшие различия между группами были выявлены при анализе параметров ИО в области эластической части реактивного компонента дыхательного импе-

Таблица 1
Изменения показателей ИО при респираторной патологии у детей 3 лет

Показатель	Должные показатели	ЧДБ	БА
Рост, см	102,5±0,64	103,7±1,19	102,1±0,57
Fr, Гц	23,09±0,08	21,04±0,26	22,94±0,24
Zrs	1,18±0,006	1,02±0,02	1,18±0,02
Rrs5	кПа/л/с 1,12±0,006	0,95±0,02	1,12±0,01
Xrs5	-0,38±0,003*	-0,35±0,02	-0,41±0,01*

Примечание. * — различия достоверны при $p<0,01$.

данса ($Xrs5$ и Fr) ($p < 0,001$), что может свидетельствовать о ведущей роли изменений эластического сопротивления при утяжелении заболевания (см. табл.2). Данные изменения показателей резистанса и реактанса приводят к повышению величины общего осцилляторного дыхательного сопротивления — Zrs .

Таким образом, на основании полученных данных установлено, что в период клинической ремиссии одним из основных критериев наличия обструкции в ДП является показатель эластической части реактанса ($Xrs5$). Повышение показателей общего дыхательного импеданса (Zrs) и его резистивной части ($Rrs5$) являются дополнительными критериями оценки обструкции дыхательных путей.

У пациентов, страдающих БА, изменения показателей ИО коррелируют со степенью тяжести течения заболевания. Наиболее чувствительными параметрами, выявляющими раннюю обструкцию дыхательных путей, оказались эластическая часть реактанса на 5 Гц ($Xrs5$) и резонансная частота (Fr). Метод ИО, имеющий достаточно простую технику выполнения и кратковременность исследования, является надежным и информативным для объективизации данных о состоянии бронхолегочной системы у маленьких пациентов, особенно в тех ситуациях, когда другие функциональные методы еще не применимы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зильбер Н.А. Осцилляторная механика дыхания (современное состояние проблемы). В кн.: Современные проблемы клинической физиологии дыхания. Л.; 1987. 34–44.

2. Кирюхина Л.Д., Кузнецова В.К., Аганезова Е.С. и др. Метод импульсной осциллометрии в диагностике нарушений механики дыхания. Пульмонология 2000; 4: 31–36.
3. Коростовцев Д.С., Макарова И.В. Бронхиальная астма у детей. СПб: Медмассмедиа; 2001. 21–33.
4. Куличенко Т.В., Климанская Е.В., Лукина О.Ф., Г.Н.Баяндина Г.Н. Дифференциальная диагностика бронхиальной астмы у детей раннего возраста. Рос. вестн. перинатол. и педиатр. 2000; 6: 25–29.
5. Лукина О.Ф., Балаболкин И.И., Куличенко Т.В. и др. Клинико-функциональные критерии оценки степени тяжести бронхиальной астмы у детей. Пульмонология 2002; 1: 62–68.
6. Национальная программа "Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактика". М.: Артинфо Пабблишинг; 1997.
7. Смоленов И.В., Смирнов Н.А. Подходы к диагностике заболеваний, сопровождающихся свистящими хрипами. Consilium Medicum. 2001; Прил.: 21–24.
8. Федосеев Г.Б. Гл.4. Бронхиальная астма. В кн.: Федосеев Г.Б. (ред.) Аллергология. СПб: Нордмед-издат; 2001; 64–144.
9. Bouaziz N., Beyaert C., Gauthier R. Respiratory system reactance as an indicator of the intrathoracic airway response to methacholine in children. Pediatr. Pulmonol. 1996; 22 (1): 7–13.
10. Cuijpers C.E., Wesseling G.J., Kessels A.G. et al. Low diagnostic value of respiratory impedance measurements in children. Eur. Respir. J. 1997; 10 (1): 88–93.
11. Goldman M.D., Pachucki P., Goldman C.L. Reactance area (ax) is a sensitive oscillometry parameter in chronic airflow obstruction (cao). Ibid. 2000; 16 (suppl.31): 133s.
12. Klug B., Bisgaard H. Specific airway resistance, interrupter resisistance, respiratory impedance in healthy children age 2–7 years. Pediatr. Pulmonol. 1998; 25: 322–331.
13. Vogel J., Smidt U. Impulse oscillometry. Analysis of lung mechanics in general practice and the clinic, epidemiological and experimental research. Frankfurt am Main: pmi Verlagsgruppe GmbH; 1994. 16.
14. Wesseling G.J., Wouters E. Analysis of respiratory impedance characteristics in chronic bronchitis. Respiration 1992; 5 (2): 81–88.

Поступила 16.04.03