

УДК 616-071.6 + 616.248

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ МОНИТОРИРОВАНИЯ СВИСТЯЩИХ ХРИПОВ У БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ

Абросимов В.Н., Аронова Е.В., Глотов С.И.

ГБОУ ВПО «Рязанский государственный медицинский университет имени акад. И.П. Павлова»
Минздравоохранения России, Рязань, e-mail: elena_kolganova@inbox.ru

В данной статье рассматриваются известные способы записи, анализа и обнаружения свистящих хрипов, а также их роль в диагностике бронхиальной астмы. Приводится обзор различных видов стетоскопов, используемых для мониторинга дыхательных шумов, рассматриваются акустические характеристики свистящих хрипов, методы компьютеризированного анализа, дифференцировки свистящих хрипов от других дыхательных шумов. Предполагается, что свистящие хрипы с различными акустическими паттернами, имеют неодинаковое прогностическое значение. Как показывают многочисленные исследования, в которых выполнялось мониторинг дыхательных шумов и спирография у больных бронхиальной астмой, обнаружение свистящих хрипов во многих случаях является более чувствительным критерием бронхиальной обструкции, чем показатели функции внешнего дыхания. Метод мониторинга свистящих хрипов является неинвазивным и может использоваться в диагностике бронхиальной астмы у детей.

Ключевые слова: бронхиальная астма, мониторинг, свистящие хрипы, электронный стетоскоп

MODERN WAYS OF WHEEZE MONITORING IN ASTHMATICS

Abrosimov V.N., Aronova E.V., Glotov S.I.

Ryazan State Medical University n.a. I.P. Pavlov, Ryazan, e-mail: elena_kolganova@inbox.ru

In the given article different types of stethoscopes and ways of their use in clinical practice are surveyed. There are electronic stethoscopes, including the stethoscope with pocket personal computer, the stethoscope with radiotransmitter and radioreceiver, the contactless optical stethoscope. Medical scientists use different methods of wheeze monitoring. Some investigators record lung sounds during night and analyse them in order to search wheezes. There are some scientific studies which are based on wheeze detection during bronchial provocation testing and exercise testing. Except this some medical scientists assess cough sounds. Comparing results of wheeze monitoring to lung function induces some investigators have concluded that wheeze monitoring is an effective addition to spirometric testing in diagnosis of bronchial asthma.

Keywords: bronchial asthma, electronic stethoscope, monitoring, wheezes

Своевременная диагностика бронхиальной астмы (БА) основывается на оценке жалоб на затрудненное дыхание, свистящее дыхание, одышку, удушье, кашель и выявлении свистящих хрипов [1, 5, 9, 11, 14, 16]. Свистящие хрипы – добавочные дыхательные шумы, относящиеся к «длительным», так как их продолжительность намного превышает продолжительность «недлительных» влажных хрипов [19]. Американский Торакальный Научный Комитет по пульмонологической номенклатуре определяет свистящее дыхание как постоянные звуки высокого уровня с преобладающей частотой от 400 Гц и достигая в ряде случаев 2 000 Гц. Длительность, в типичных случаях, составляет 80–100 мс [17, 19, 24, 25]. В зарубежной литературе встречаются два синонимичных термина: «Wheezing» – свистящее дыхание, – и «wheezes» – свистящие хрипы.

В последние годы важным является развитие и внедрение в практику современных технологий мониторинга дыхательных шумов у больных легочной патологией [1, 11, 15, 21, 22].

Одними из последних разработок в области приборов для мониторинга свистящих хрипов являются устройства фирмы

«KarmelSonix». «Wheezometer» позволяет анализировать дыхательные шумы в течение 30 с отображением общей продолжительности эпизодов свистящих хрипов в%. С помощью «WHolter» осуществляется ночное либо суточное мониторинг свистящих хрипов, а «PulmoTrack» применяется для детекции хрипов во время выполнения бронхопровокационных, бронходилатационных тестов, а также тестов с физической нагрузкой [20, 29, 30].

Фирма «Stethographics» (США) около 10 лет назад создала «Стетоскоп на КПК» – электронный стетоскоп, подключенный к карманному персональному компьютеру (КПК) и позволяющий в режиме реального времени не только слушать дыхательные шумы, но и видеть их графическое изображение на экране. Новейшей вехой в истории развития метода аускультации является оптический стетоскоп, выпущенный «Stethographics» в 2007 г. Его применение предполагает отсутствие непосредственно контакта стетоскопа с поверхностью тела больного: при использовании низкосильного оптического лазера выслушивание дыхательных шумов и тонов сердца происходит дистанционно. Это делает данный вид стетоскопа удобным для применения в отделе-

ниях реанимации новорожденных и у больных, пострадавших от ожогов [27].

Появление свистящих хрипов в ночное время суток у лиц, страдающих БА, указывает на ухудшение контроля БА [11]. Особенно важное значение мониторинг свистящих хрипов приобретает в педиатрической практике, в отделениях реанимации и интенсивной терапии, когда оценка дыхательной системы больного другими способами (спирография, анализ субъективных симптомов) может быть затруднена [21, 22, 28].

Ночное мониторинг свистящих хрипов у детей с БА изучалось L. Ventur et al. (2002) В ходе исследования у 8 из 12 детей были выявлены свистящие хрипы в течение сна, в то время как субъективных симптомов (одышки, удушья, кашля) в ночное время суток не отмечалось. В дневное время суток чаще всего у испытуемых свистящие хрипы не выслушивались. Повторное мониторинг на фоне проводимого лечения показало уменьшение частоты и выраженности свистящих хрипов. По мнению авторов, оценка динамики свистящих хрипов в ночные часы представляет собой неинвазивный и удобный в применении способ мониторинга тяжести и контроля БА [11].

Ряд исследований посвящен мониторингу свистящих хрипов во время бронхопровокационных тестов [12, 18]. Bohadana A.V. et al. (1995) осуществляли запись дыхательных шумов у 38 пациентов, выполнявших тест с ингаляцией карбахолина. Свистящие хрипы были обнаружены у 10 лиц с положительным результатом и у 1 с отрицательным результатом бронхопровокационного теста. Авторы отмечают, что мониторинг свистящих хрипов при ингаляции холиномиметиков в ряде случаев более показательнее, чем оценка динамики показателей функции внешнего дыхания. Кроме того, при появлении свистящих хрипов во время медикаментозной бронхопровокации рекомендуется снижение последующей дозы холинолитика. Выявление свистящих хрипов до начала ингаляции считается признаком наличия гиперреактивности дыхательных путей, что может служить поводом к отстранению пациента от выполнения теста [12].

Sanchez I. et al. (1993) проводили сравнительное исследование эффективности методов спирографии и мониторинга свистящих хрипов у детей с БА при выполнении провокационного теста с метахолином. Авторами было установлено, что чувствительность мониторинга свистящих хрипов во время теста с метахолином составляет 68%, а специфичность – 82%. Исследователи пришли к выводу, что метод

оценки динамики свистящих хрипов эффективен, но не может полностью заменить спирографию в диагностике бронхиальной гиперреактивности [23].

Мониторинг свистящих хрипов во время бронхопровокационного теста с гистамином, проведенное у 12 детей БА Beck et al. (1992), показало, что свистящие хрипы появились у большинства испытуемых до того, как ОФВ₁ уменьшился на 20% или более [10]. С другой стороны, Spence et al. не было зафиксировано свистящих хрипов у 3 из 8 детей с БА, даже когда снижение ОФВ₁ после ингаляции метахолина составляло свыше 44% [26].

Ведущий специалист в области электронной оценки дыхательных шумов Pasterkamp H. подчеркивает, что будущее за внедрением новых технологий компьютеризированного анализа свистящих хрипов. В его работе «Respiratory sounds» (1997) представлен полный обзор механизмов образования различных дыхательных шумов, их акустических характеристик, способов регистрации, клинического значения. Согласно Pasterkamp et al., свистящие хрипы могут появляться у большинства здоровых лиц на форсированном выдохе, однако такие хрипы неспецифичны и не могут использоваться для клинической диагностики БА. Небольшое количество дискретных частотных компонентов свистящих хрипов на форсированном выдохе у здоровых взрослых позволяет предположить, что источник этих хрипов – крупные дыхательные пути. Непроизвольные свистящие хрипы на вдохе, часто встречающиеся у больных БА, отсутствуют у здоровых лиц даже во время форсированного вдоха. Предполагается, что играет роль местное ограничение воздушного потока во время вдоха, но это не доказано [19].

Свистящие хрипы могут различаться по своим физическим характеристикам. Например, свистящие хрипы во время произвольного или индуцированного бронхоспазма у пациентов с обструктивной легочной патологией не всегда идентичны таковым на форсированном выдохе у здоровых лиц. Широкий диапазон звуковых паттернов описан у детей, у которых были зафиксированы свистящие хрипы во время бронхопровокационного теста [20]. У части детей свистящие хрипы более похожи на басовые сухие хрипы или храп, чем на типичные свистящие хрипы взрослых пациентов с астмой. Возможно, этот тип хрипов указывает на другой источник звука, например, секрет в крупных дыхательных путях. Предполагается неодинаковое прогностическое значение различных звуковых

паттернов: выдвинута гипотеза, что дети, у которых выслушиваются гудящие хрипы, скорее, чем при типичных свистящих хрипах, могут иметь более низкий риск манифестации астмы в будущем [19].

В последнее время отечественными авторами также исследуются методы оценки дыхательных шумов и, в частности, свистящих хрипов. Академиком Чучалиным А.Г. в 1998 г. была подготовлена и издана мультимедийная обучающая система «Аускультация легких», в которой представлена как теоретическая информация о существующих дыхательных шумах, так и широкий спектр аудиоматериалов [8].

Исследование возможностей бронхографии, основанной на анализе амплитудно-частотных характеристик спектра дыхательных шумов, в диагностике БА у детей было проведено Н.А. Геппе и соавт. (2002). Обследовав 76 детей в возрасте от 1 года до 14 лет, авторы установили, что акустические характеристики дыхательных шумов коррелируют с показателями спирографии. После ингаляции бронхолитического препарата на бронхофонографии отмечалось уменьшение хрипов и интенсивности дыхательных шумов. Отмечено, что метод удобен для применения у детей младшей возрастной группы (от первого месяца жизни) [3].

Эффективность бронхофонографии в диагностике обструктивных нарушений изучалась Науменко Ж.К. и соавт. (2006). По мнению исследователей, бронхофонография позволяет диагностировать обструктивные нарушения легочной вентиляции. Во взрослой пульмонологической практике подобная методика необходима для тяжелых больных, которые не способны выполнять форсированные дыхательные маневры [6].

Гусейновым А.А. (2010) была проведена бронхофонография 405 лицам, в том числе 94 больным БА. В ходе исследования автором были сформированы критерии дифференциальной диагностики БА, хронической обструктивной болезни легких и рестриктивных заболеваний легких [5].

Помимо компьютеризированного анализа дыхательных шумов, исследуются возможности оценки акустических характеристик кашлевых толчков – спектральная туссофонография. В работе Семенковой Г.Г., Стасюк О.Н. (2010) была выявлена статистически значимая зависимость показателей ФВД и туссофонографии: по мере уменьшения ОФВ₁ и ОФВ₁/ФЖЕЛ отмечается увеличение общей продолжительности кашля и форсированного выдоха, а также перераспределение энергии частотного спектра со смещением пика максимальной энергии в зону высоких частот, что можно

использовать для оценки динамики воспалительного процесса и прогнозирования течения заболевания [7].

Для мониторинга дыхательных шумов применяются системы, включающие электронный стетоскоп. С его помощью осуществляется регистрация звуков, преобразование акустического сигнала в электрический с последующим электронным усилением [2, 4]. Результаты отображаются в виде спектрограммы (сонограммы) – графического изображения спектрально-временной характеристики звука [24, 25].

С целью объективизации метода аускультации специалисты Европейского респираторного общества издали методическое пособие «Компьютеризированный анализ легочных звуков» (Computerized Respiratory Sound Analysis (CORSA), в котором изложены принципы стандартизированного анализа дыхательных шумов. Его основами являются спектральный анализ Фурье и амплитудно-частотное фильтрование сигнала. Свистящие хрипы характеризуются как пики в спектре Фурье и как визуально определяемая гармоническая компонента на спектрограмме [5, 13, 24, 25].

На кафедре терапии факультета последипломного образования Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова разрабатывается и внедряется в практику метод мониторинга дыхательных шумов в режиме реального времени, включая исследование при физической нагрузке. Устройство для мониторинга включает электронный стетоскоп, датчик которого устанавливается на грудную клетку пациента, и систему передачи-приема дыхательных шумов на персональный компьютер. Метод делает возможным обследование спортсменов во время выполнения стандартных тренировочных нагрузок. При обследовании 18 человек с предполагаемым и установленным диагнозом БА было зарегистрировано появление свистящих хрипов при физической нагрузке у 6 человек, причем у 3 динамика аускультативной картины соответствовала снижению ОФВ₁ более чем на 15% [1].

Таким образом, мониторинг свистящих хрипов является перспективным направлением медицины внутренних болезней, пульмонологии, спортивной медицины и требует дальнейших исследований в этой области. Раннее выявление свистящих хрипов у больных БА позволит своевременно скорректировать противоастматическую терапию и, как следствие, способствует уменьшению выраженности симптомов, улучшению функции легких, качества жизни, прогноза, профилактике осложнений.

Список литературы

1. Применение мониторинга дыхательных шумов в режиме реального времени с целью диагностики астмы физического усилия / В.Н. Абросимов, С.И. Готов, Е.В. Колганова, В.И. Кузнецов // Медико-биологическое обеспечение спорта высших достижений. – Казань, 2011. – С. 39–40.

2. Абросимов В.Н. Электронная аускультация / В.Н. Абросимов, С.И. Готов, В.Г. Подолян // Одышка и ассоциированные синдромы: межрегиональный сборник научных трудов. Вып. 3; под ред. проф. В.Н. Абросимова. – Рязань, 2009. – С. 121–127.

3. Бронхофонография в комплексной диагностике бронхиальной астмы у детей / Н.А. Геппе, В.С. Малышев, М.Н. Лисицын, Н.А. Селиверстова, Т.А. Поденова // Пульмонология. – 2002. – Вып.5. – С. 33–39.

4. Готов С.И. Интерфейс для мониторинга нормальных и патологических звуков легких / С.И. Готов, В.Н. Абросимов, В.И. Кузнецов // Одышка и ассоциированные синдромы. Вып. 3; под ред. проф. В.Н. Абросимова. – Рязань, 2009. – С. 152–159.

5. Гусейнов А.А. Акустические характеристики дыхания у больных легочными заболеваниями: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Махачкала, 2010. – 39 с.

6. Новые функциональные методы исследования: импульсная осциллометрия и бронхофонография / Ж.К. Науменко, Г.В. Неклюдова, С.Ю. Чикина, А.В. Черняк // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. – 2007. – № 2. – С. 14–17.

7. Семенкова Г.Г. Спектральная туссофонография – метод исследования кашля у больных хронической обструктивной болезнью легких / Г.Г. Семенкова, О.Н. Стасюк // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. XV, №2. – С. 204–205.

8. Чучалин А.Г. Аускультация легких. Мультимедийная интерактивная обучающая система. – М., 1998.

9. Baumann U.A. Relations between clinical signs and lung function in bronchial asthma: how is acute bronchial obstruction reflected in dyspnoea and wheezing? / U.A. Baumann, E. Haerdi, R. Keller // Respiration. – 1986. – Vol. 50. – P. 294–300.

10. Histamine challenge in young children using computerized lung sounds analysis / R. Beck, U. Dickson, M.D. Montgomery, I. Mitchell // Chest. – 1992. – Vol.102. – P. 759–763.

11. Bentur L. Wheeze monitoring in children for assessment of nocturnal asthma and response to therapy / L. Bentur, R. Beck, C. Irving // Am J Respir Crit Care Med. – 2002. – Vol.V150. – P. 968–975

12. Potential for lung sound monitoring during bronchial provocation testing. / A. Bohadana, R. Peslin, H. Uflholtz, G. Pauli // Thorax. – 1995. – Vol. 50. – P. 955–961.

13. Earis J.E. Current methods used for computerized respiratory sound analysis / J.E. Earis, B.M.G. Cheetham // Eur Respir Rev. – 2000. – Vol. 10, №7. – P. 586–590.

14. Holgate S.T. The pathogenesis and significance of bronchial hyperresponsiveness in airway disease / S.T. Holgate, R. Beasley, O.P. Twentyman // Clin Sci. – 1987. – Vol. 73. – P. 562–572.

15. All night on line monitoring of wheezing: comparison with monitoring of airway resistance in nocturnal asthma / C. Lenclud, G. Cuttitta, A. Visconti, A. Muylem, V. Bellia, J.C. Yernault // Bull. Eur. Physiopathol. Respir. – 1986. – Vol. 22. – P. 191–199.

16. Mortagy A.K. Respiratory symptoms and bronchial reactivity identification of a syndrome and its relation to asthma / A.K. Mortagy, J.B.L. Howell, W.E. Waters // BMJ. – 1986. – Vol. 293. – P. 525–528.

17. Murphy R.L. Auscultation of the lung: past lessons, future possibilities // Thorax. – 1981. – Vol. 36. – P. 99–107.

18. Nicod L. Specificity and safety of bronchial provocation tests with a purified extract of *Dermatophagoides pteronyssinus* /

L. Nicod, A. Pecoud, P. Leuenberger // Prog. Respir. Res. – 1985. – Vol. 19. – P. 266–270.

19. Pasterkamp H. Respiratory sounds: advances beyond the stethoscope / H. Pasterkamp, S. Kraman, G. Wodicka // Am. J. Respir. Crit. Care Med. – 1997. – Vol. 156. – P. 974–987.

20. PulmoTrack: an innovative new system for wheeze identification and quantification. User manual [электронный ресурс]. – URL: <http://www.karmelsonix.com>.

21. Characteristics of wheeze during histamine-induced airways obstruction in children with asthma / S. Rietveld, E.H. Dooijes, L.H. Rijssenbeck-Nouwens, F. Smit, P.J. Prins, A.M. Kolk, W.A. Everaerd // Thorax. – 1995. – Vol. 50. – P. 143–148.

22. Acoustic vs. spirometric assessment of bronchial responsiveness to methacholine in children / I. Sanchez, A. Avital, I. Wong, A. Tal and H. Pasterkamp // Pediatr. Pulmonol. – 1993. – Vol. 15. – P. 28–35.

23. Lung sounds during allergen-induced asthmatic responses in patients with asthma / H.J. Schreur, Z. Diamant, J. Vanderschoot, A.H. Zwinderman, J.H. Dijkman, P.J. Sterk // Am. J. Respir. Crit. Care Med. – 1996. – Vol. 153. – P. 1474–1480.

24. Characteristics of breath sounds and adventitious respiratory sounds / A.R.A. Sovijärvi, L.P. Malmberg, G. Charbonneau, J. Vanderschoot, F. Dalmaso, C. Sacco, M.Rossi, J.E. Earis // Eur. Respir. Rev. – 2000. – Vol. 10, №77. – P. 591–596.

25. Definition of terms for applications of respiratory sounds / A.R.A. Sovijärvi, F. Dalmaso, J. Vanderschoot, L.P. Malmberg, G. Righini, S.A.T. Stoneman // Eur. Respir. Rev. – 2000. – Vol. 10, №77. – P. 597–610.

26. The relationship between wheezing and lung mechanics during methacholine-induced bronchoconstriction in asthmatic subjects / D.P. Spence, D.R. Graham, J. Jamieson, B.M. Cheetham, P.M. Calverley, J.E. Earis // Am. J. Respir. Crit. Care Med. – 1996. – Vol. 154. – P. 290–294.

27. Stethographics developing optical stethoscope. Press releases [электронный ресурс]. – URL: <http://stethographics.com>.

28. Tinkelman D.G. Utilizing lung sounds analysis for the evaluation of acute asthma in small children / D.G. Tinkelman, C. Lutz, B. Conner // Ann. Allergy. – 1991. – Vol. 67. – P. 339–344.

29. Wheezometer: state-of-the-art wheeze measuring device. Operator manual [электронный ресурс]. – URL: <http://www.karmelsonix.com>.

30. Wholter: 24-Hour symptoms recorder in a patient's own environment. Brochure [электронный ресурс]. – URL: <http://www.karmelsonix.com>.

References

1. Abrosimov V.N. *Primenenie monitorirovaniya dykhatel'nykh shumov v rezhime real'nogo vremeni s cel'ju diagnostiki astmy fizicheskogo usilija* / Abrosimov V.N., Glotov S.I., Kolganova E.V., Kuznecov V.I. – *Mediko-biologicheskoe obespechenie sporta vysshikh dostizhenij*. Kazan'. 2011. pp. 39–40.

2. Abrosimov V.N. *Ehlektronnaja auskul'tacija* / Abrosimov V.N., Glotov S.I., Podoljan V.G. – *Odyshka i associirovannye sindromy. Mezhhregional'nyj sbornik nauchnykh trudov*. Vypusk 3. – pod red. prof. Abrosimova V.N. Rjazan', 2009. pp. 121–127.

3. Geppe N.A. *Bronkhofonografija v kompleksnoj diagnostike bronkhial'noj astmy u detej* / Geppe N.A., Malyshev B.C., Lisicyan M.N., Seliverstova N.A., Podenova T.A. – *Pul'monologija*. 2002. Vyp.5. pp. 33–39.

4. Glotov S.I. *Interfejs dlja monitoringa normal'nykh i patologicheskikh zvukov legkikh* / Glotov S.I., Abrosimov V.N., Kuznecov V.I. – *Odyshka i associirovannye sindromy*. Vypusk 3. – pod red. prof. Abrosimova V.N. Rjazan', 2009. pp. 152–159.

5. Gusejnov A.A. *Akusticheskie kharakteristiki dykhanija u bol'nykh legochnymi zabelevanijami*. Avtoref. diss. dokt. med. nauk. Makhachkala, 2010. 39 p.

6. Naumenko Zh.K. *Novye funkcional'nye metody issledovanija: impul'snaja oscilometrija i bronkhofonografija* /

- Naumenko Zh.K., Nekljudova G.V., Chikina S.Ju., Chernjak A.V. – *Atmosfera. Pul'monologija i allergologija*. 2007. no. 2. pp. 14–17.
7. Semenkova G.G. *Spektral'naja tussofonografija – metod issledovanija kashlja u bol'nykh khroncheskoj obstruktivnoj bolezni legkikh* / Semenkova G.G., Stasjuk O.N. – *Vestnik novykh medicinskih tekhnologij*. 2008. tom XV. no. 2. pp. 204–205.
8. Chuchalin A.G. *Auskultacija legkikh. Mul'timedijnaja interaktivnaja obuchajushhaja sistema*. M., 1998.
9. Baumann U.A. *Relations between clinical signs and lung function in bronchial asthma: how is acute bronchial obstruction reflected in dyspnoea and wheezing?* / Baumann U.A., Haerdi E., Keller R. – *Respiration*. 1986. Vol. 50. pp. 294–300.
10. Beck R. *Histamine challenge in young children using computerized lung sounds analysis*. / Beck R., Dickson U., Montgomery M.D., Mitchell I. – *Chest*. 1992. Vol. 102. pp. 759–763.
11. Bentur L. *Wheeze monitoring in children for assessment of nocturnal asthma and response to therapy* / Bentur L., Beck R., Irving C. – *Am J Respir Crit Care Med*. 2002. Vol. V150: 968–975.
12. Bohadana A. *Potential for lung sound monitoring during bronchial provocation testing* / Bohadana A., Peslin R., Ufholtz H., Pauli G. – *Thorax*. 1995. Vol. 50. pp. 955–961.
13. Earis J.E. *Current methods used for computerized respiratory sound analysis* / Earis J.E., Cheatham B.M.G. – *Eur Respir Rev*. 2000. Vol. 10. no. 7. pp. 586–590.
14. Holgate S.T. *The pathogenesis and significance of bronchial hyperresponsiveness in airway disease* / Holgate S.T., Beasley R., Twentyman O.P. – *Clin Sci*. 1987. Vol. 73. pp. 562–572.
15. Lenclud C. *All night on line monitoring of wheezing: comparison with monitoring of airway resistance in nocturnal asthma* / Lenclud C., Cuttitta G., Visconti A., Muylem A., Bellia V., Yernault J. C. – *Bull. Eur. Physiopathol. Respir*. 1986. Vol. 22. pp. 191–199.
16. Mortagy A.K. *Respiratory symptoms and bronchial reactivity identification of a syndrome and its relation to asthma* / Mortagy A.K., Howell J.B.L., Waters W.E. – *BMJ*. 1986. Vol. 293. pp. 525–528.
17. Murphy R.L. *Auscultation of the lung: past lessons, future possibilities* – *Thorax*. 1981. Vol. 36. pp. 99–107.
18. Nicod L. *Specificity and safety of bronchial provocation tests with a purified extract of Dermatophagoides pteronyssinus* / Nicod L., Pecoud A., Leuenberger P. – *Prog. Respir. Res*. 1985. Vol. 19. pp. 266–270.
19. Pasterkamp H. *Respiratory sounds: advances beyond the stethoscope* / Pasterkamp H., Kraman S., Wodicka G. – *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 1997. Vol. 156. pp. 974–987.
20. *PulmoTrack: an innovative new system for wheeze identification and quantification. User manual* [ehlektronnyj resurs]. URL: <http://www.karmelsonix.com>.
21. Rietveld S. *Characteristics of wheeze during histamine-induced airways obstruction in children with asthma* / Rietveld S., Dooijes E.H., Rijssenbeck-Nouwens L.H., Smit F., Prins P.J., Kolk A.M., Everaerd W.A. – *Thorax*. 1995. Vol. 50. pp. 143–148.
22. Sanchez I. *Acoustic vs. spirometric assessment of bronchial responsiveness to methacholine in children* / Sanchez I., A. Avital, I. Wong, A. Tal, and H. Pasterkamp – *Pediatr. Pulmonol*. 1993. Vol. 15. pp. 28–35.
23. Schreur H. J. *Lung sounds during allergen-induced asthmatic responses in patients with asthma* / Schreur H.J., Diamant Z., Vanderschoot J., Zwinderman A.H., Dijkman J.H., Sterk P.J. – *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 1996. Vol. 153. pp. 1474–1480.
24. Sovijärvi A.R.A. *Characteristics of breath sounds and adventitious respiratory sounds* / Sovijärvi A.R.A., Malmberg L.P., Charbonneau G., Vanderschoot J., Dalmaso F., Sacco C., Rossi M., Earis J.E. – *Eur. Respir. Rev*. 2000. Vol. 10. no. 77. pp. 591–596.
25. Sovijärvi A.R.A. *Definition of terms for applications of respiratory sounds* / Sovijärvi A.R.A., Dalmaso F., Vanderschoot J., Malmberg L.P., Righini G., Stoneman S.A.T. – *Eur. Respir. Rev*. – 2000. Vol. 10. no. 77. pp. 597–610/
26. Spence D.P. *The relationship between wheezing and lung mechanics during methacholine-induced bronchoconstriction in asthmatic subjects* / Spence D.P., Graham D.R., Jamieson G., Cheatham B.M., Calverley P.M., Earis J.E. – *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 1996. Vol. 154. pp. 290–294.
27. *Stethographics developing optical stethoscope. Press releases* [ehlektronnyj resurs]. URL: <http://stethographics.com>.
28. Tinkelman D. G. *Utilizing lung sounds analysis for the evaluation of acute asthma in small children* / Tinkelman D.G., Lutz C., Conner B. – *Ann. Allergy*. 1991. Vol. 67. pp. 339–344.
29. *Wheezometer: state-of-the-art wheeze measuring device. Operator manual* [ehlektronnyj resurs]. URL: <http://www.karmelsonix.com>.
30. *Wholter: 24-Hour symptoms recorder in a patient's own environment. Brochure* [ehlektronnyj resurs]. URL: <http://www.karmelsonix.com>.

Рецензенты:

Бутов М.А., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой пропедевтики внутренних болезней ГБОУ ВПО «Рязанский государственный медицинский университет имени акад. И.П. Павлова» Минздравсоцразвития РФ, г. Рязань;

Добин В.Л., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой фтизиопульмонологии с курсом лучевой диагностики ГБОУ ВПО «Рязанский государственный медицинский университет имени акад. И.П. Павлова» Минздравсоцразвития РФ, г. Рязань.

Работа поступила в редакцию 29.02.2012.