

УДК 616.24-071.6

УСПЕХИ И ПРОБЛЕМЫ ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ АУСКУЛЬТАЦИИ ЛЕГКИХ

Прототип современного стетоскопа появился в глубокой древности. Им стало человеческое ухо, приложенное к поверхности тела, например, к грудной клетке. Первым эту идею предложил отец медицины – Гиппократ. Очевидно, что такой способ аускультации (выслушивания) легких был неудобен и негигиеничен. И вот в 1819 г. французский врач, основоположник метода аускультации Р. Лаэннек, изобрел стетоскоп – прибор для «экспертизы органов грудной клетки» [11]. Со временем стетоскоп претерпел множество изменений и превратился в знакомый всем инструмент. «Родной брат» стетоскопа – фонендоскоп своим появлением обязан российскому хирургу Н.С. Короткову. Известно, что высокие звуки лучше слышны фонендоскопом, а низкие стетоскопом. Вероятно, поэтому врачи стали чаще всего использовать комбинированный прибор – стетофонендоскоп. В настоящее время их выпускается великое множество. Вместе с тем слуховое восприятие каждого врача индивидуально. Мало того, слух субъективен и, как правило, не позволяет различать увеличение громкости звука и повышение его частоты. Таким образом, аускультация легких – вообще говоря, искусство, зависящее от индивидуальных слуховых способностей и их тренировки, а значит, доступное далеко не всем. Очевидно, что для успешного применения в современной медицине, претендующей на то, чтобы быть доказательной, необходимо объективизировать оценки данных, полученных при аускультации [17].

Попытки объективизации аускультации легких начались вскоре после Второй мировой войны, когда появилась высококачественная аппаратура для записи и анализа акустических сигналов. Всплеск работ в этой области наблюдался в 70-х – 90-х годах XX века. К этому времени (1978 г.) относится создание Международной ассоциации легочных звуков – ILSA (www.ilsa.us), объединившей в своих рядах врачей-физиологов, акустиков, специалистов по биомеханике и биомедицинскому инжинирингу. Возникла даже отдельная научная дисциплина – респираторная акустика, лежащая на стыке акустики, физиологии, биомеханики и теории обработки сигналов. В рамках ILSA уже проведено 35 ежегодных конференций. Ассоциация оказала значительное влияние на координацию и уровень научных работ в области объективизации аускультации легких. В последние годы здесь создан ряд новых методов, дошедших до стадии клинических испытаний.

В первую очередь рассмотрим *интегральные методы оценки состояния дыхательной системы*.

Обычно такого рода оценки выполняются на основе анализа дыхательных звуков, регистрируемых у рта или на трахее обследуемого (т.е. вблизи от центральных дыхательных путей). Среди успехов этого подхода можно отметить достаточно надежную регистрацию бронхиальной обструкции у детей с помощью российского аппарата «Паттерн» [15]. Позже

была показана возможность применения данного бронхофонографического исследования легких, использующего оценку «акустической работы» высокочастотных шумов спокойного дыхания у рта, для оценки эффективности терапии бронхиальной астмы и обструктивного бронхита у детей раннего возраста [14]. Близкие результаты при регистрации наивысшей частоты спектра дыхательных шумов спокойного дыхания над верхней правой частью грудной клетки получены в Японии [21]. В Израиле разработан портативный прибор Personal Wheezometer для оценки индекса свистов над трахеей (www.karmelsonix.com). Устройство определяет частоту встречаемости свистов в цикле спокойного дыхания, которая, согласно данным разработчиков, хорошо коррелирует с состоянием бронхиальной проходимости [27].

Большое внимание уделяется исследованию провоцирующих факторов (форсированного выдоха, кашля, бронхопровокационных проб). Так, туссография (анализ звуков кашля) успешно использовалась для диагностики бронхообструктивного синдрома и легочного фиброза [16, 22]. В Испании Fiz et al. [20] выявили достоверность различий в количестве свистов форсированного выдоха у больных бронхиальной астмой и у здоровых лиц, однако диагностическая значимость этого признака оказалась недостаточной. В России получены обнадеживающие результаты по возможности выявления бронхиальной обструкции (в том числе и скрытой) на основе измерения продолжительности шумов форсированного выдоха, регистрируемых над трахеей [5, 6, 9].

Таким образом, как видно, эта группа методов интегральной оценки состояния дыхательной системы в настоящее время в основном предназначена для выявления и оценки состояния бронхообструктивного синдрома.

Назначение *методов топической акустической диагностики* более универсально. С их помощью предполагается картировать на поверхности грудной клетки акустические неоднородности и даже строить акустические томографические изображения легких. Попытки разработки такого рода многоканальных систем предпринимались неоднократно, однако не были достаточно успешными [19, 24]. Среди последних достижений в этой области необходимо выделить созданный в США 16-канальный комплекс аппаратуры STG Stethographics (www.stethographics.com), который показал возможность надежного картирования дополнительных дыхательных звуков (щелчки, свисты) и диагностики как при очаговых, так и при диффузных процессах в легких [26]. Разработанный на Украине комплекс аппаратуры КОРА-03М1 тоже получил технический сертификат своей страны, однако описания его клинического применения пока не обнародованы. В последние 3 года активно предлагается к продаже вибрационный

монитор легких – Vibration Response Imaging (VRIxp) фирмы Deep Breeze (www.rosslynmedical.com). Данный 40-канальный прибор разрабатывался сначала для контроля качества искусственной вентиляции легких. Однако позднее был не без успеха использован для выявления неоднородности легких при различных синдромах и заболеваниях (плевральный выпот, опухлевая обструкция главного бронха, эмфизема легких, бронхиальная астма, пневмония) [18]. Клинические исследования показали, что VRIxp дает достоверную оценку вибрации в легких, сравнимую с результатами перфузионной сцинтиграфии [25].

При участии авторов обзора проводятся исследования по созданию методов просветного акустического зондирования легких, основанных на оценке соотношения воздушного (по просвету дыхательных путей) и структурного (по тканям легкого) проведения голосовых и искусственных звуков. Была показана достаточно высокая диагностическая эффективность различных вариантов этих методов при выявлении пневмоний [7, 8]. Недавно удалось впервые экспериментально выделить составляющие звуковых сигналов воздушного и структурного проведения, что открывает новые возможности для построения методов топической акустической диагностики легких [3].

Таким образом, возможности методов топической акустической диагностики более обширны, потому что акустические системы преобразуют полученные сигналы в изображение, которое характеризует структурные и функциональные особенности легочной ткани.

Отдельно необходимо остановиться на **электронных стетоскопах**. Эти устройства, строго говоря, предназначены не столько для объективизации аускультации легких, сколько для повышения качества выслушиваемых дыхательных звуков и возможности их трансляции в целях обучения. Сравнительно простой электронный стетоскоп Philips Electronic Stethoscope, Model M4530 (M4534A) дает возможность дополнительного усиления регистрируемых звуков и шумоподавления внешних помех. Стетоскоп Master Elite Welch Allyn Inc. сходен по параметрам с моделью Phillips, но имеет фильтр для отдельного прослушивания тонов сердца и шумов легких, а также аналоговый выход. Это позволяет записывать выслушиваемые сигналы, например, через звуковую карту на персональный компьютер. Запись сигнала является первым шагом к объективизации диагностики и дает возможность перейти на качественно новый уровень анализа звуков по изображению. К этому же поколению стетоскопов можно отнести CADIScore, Androscope iStethosTM ADSCOPE 657. Более сложная модель стетоскопа компании 3M Littmann 4100WS обеспечивает аналого-цифровое преобразование сигнала и передачу его по беспроводному инфракрасному каналу на персональный компьютер.

Возникшая возможность коллективного обсуждения записанных звуков требует со своей стороны наличия неких образцов – **библиотек аускультативных феноменов**. Такие базы данных созданы, в частности,

усилиями David Cugel (Чикаго, США), любезно предоставившего авторам обзора право использования своего диска для обучения студентов Владивостокского государственного медицинского университета и Дальневосточного федерального университета, а также канадским ученым Hans Pastercamp (www.rale.ca). Следует отметить, что эти записи выполнены с помощью акустической аппаратуры особо высокого качества и в студийных условиях (безэховое помещение, отсутствие внешних акустических и электромагнитных помех). Для реальных электронных стетоскопов записи такого качества практически недостижимы. Тем не менее активное развитие этих приборов продолжается. В 2009 г. телеканал CNN подвел медицинские итоги года, составив рейтинг из десяти самых важных инноваций в сфере здравоохранения. Одной из них был супертехнологичный стетоскоп, в котором для передачи информации использована технология Bluetooth [23].

Таким образом, определенные успехи в объективизации аускультации легких налицо. И все же все перечисленные методы с определенной долей успеха еще только пробивают дорогу в клиническую практику. Казалось бы, от столь широких международных усилий можно было ожидать большего! В чем же причины этого и каковы основные проблемы в распространении методов объективной аускультации легких?

Во-первых, это нерешенные проблемы собственно респираторной акустики: в понимании механизмов образования и проведения дыхательных звуков, в необходимости новых методов обработки сигналов, в разработке методов помехозащищенной регистрации дыхательных звуков и др. На этих вопросах в медицинском журнале мы подробно останавливаться не будем. Для заинтересованного читателя знакомство с этой проблемой можно начать с книги «Акустико-биомеханические взаимосвязи в формировании шумов форсированного выдоха человека» [4].

Во-вторых, это конкуренция со стороны современных методик визуализации легких (прежде всего, компьютерной и магнитно-резонансной томографии), и потому объективизированная аускультация легких ищет свое приложение, где бы она была конкурентоспособной (или по стоимости, или по доступности в амбулаторно-полевых условиях, или по информативности, например, в отношении физиологических характеристик субъекта). Одним из таких конкурентных приложений видится использование объективизированной аускультации легких в телемедицине.

В целом для современной клинической медицины характерно широкое применение аппаратных методов исследования больного, значительно расширяющее возможности ранней и более точной диагностики заболеваний внутренних органов [10]. В рамках программы модернизации здравоохранения РФ и внедрение современных информационных систем, создание телемедицинских сетей и др. приведет к тому, что скоро во всех больницах будут воплощены все элементы электронного здравоохранения, начиная с электронной

истории болезни, цифровых данных инструментальных исследований с беспроводной передачей снимков аппаратных данных, а также обмен со всеми больницами региона. Например, врач на обходе будет иметь электронный планшет (или ноутбук) и несколько датчиков, а результаты обследования будут автоматически заноситься в историю болезни пациента. Скоро эта система будет работать настолько слажено, что врачи даже не будут задумываться об объемах пересылаемой медицинской информации и изображений. Как следует из материалов Минздравсоцразвития РФ, кроме большой экономии средств и времени информатизация здравоохранения будет способствовать повышению качества медицинского обслуживания населения.

Таким образом, аппаратная диагностика уже заняла прочное место в повседневной работе врача. В современных условиях ярко выраженные признаки заболеваний выявляются реже в связи с общим патоморфозом внутренних болезней. Сегодня для обнаружения неярко выраженных симптомов требуются, во-первых, навыки систематического клинического наблюдения за больным, во-вторых, постоянное повышение мастерства врача-исследователя и, в-третьих, конечно, требуется привлечение современных информационных и технологических средств диагностики. На это ориентируют врача и отечественные клиницисты, и представители западных медицинских школ [1, 2, 10, 12, 13].

Литература

1. Клинические рекомендации + фармакологический справочник [сер. «Доказательная медицина»] / под ред. И.П. Денисова, Ю.Л. Шевченко. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2004. 1184 с.
2. Кокосов А.Н. Пневмология в пожилом и старческом возрасте. СПб.: Мед Масс Медиа, 2005. 712 с.
3. Коренбаум В.И., Нужденко А.В., Тагильцев А.А., Костив А.Е. Исследование прохождения сложных звуковых сигналов в дыхательной системе человека // *Акустический журнал*. 2010. Т. 56, № 4. С. 537–544.
4. Коренбаум В.И., Почекутова И.А. Акустико-биомеханические взаимосвязи в формировании шумов форсированного выдоха человека. Владивосток: Дальнаука. 2006. 148 с.
5. Коренбаум В.И., Почекутова И.А. Акустическая оценка вентиляционной функции легких // Тезисы докладов 21-го съезда Физиологического общества им. И.П. Павлова 19–25 сентября 2010 г. М.–Калуга, 2010. С. 294.
6. Коренбаум В.И., Почекутова И.А. Способ диагностики нарушений бронхиальной проходимости: патент РФ 2291666 // БИПМ № 2, 20.01.2007.
7. Кулаков Ю.В., Бондарь Г.Н. Аппаратная диагностика пневмонии. Владивосток: Идея, 2007. 171 с.
8. Кулаков Ю.В., Малышенко И.Ю., Коренбаум В.И. Возможность комбинированной бронхофонографии в диагностике пневмоний // *Пульмонология*. 2002. Т. 12, № 5. С. 29–32.
9. Кулаков Ю.В., Тагильцев А.А., Коренбаум В.И. Способ диагностики нарушений бронхиальной проходимости: патент РФ 2082316. Заявл.: 18.09.1992, опубл.: 27.06.1997. Бюл. № 18.
10. Манджони С. Секреты клинической диагностики / пер. с англ. М.: Бином, 2004. 608 с.
11. Михайлов Ф.А. Рене Теофиль Гиацинт Лаэннек // *Клиническая медицина*. 1981. Т. 59, № 12. С. 92–95.
12. Парсонз П.Э., Хейфнер Д.Э. Секреты пульмонологи / пер. с англ. М.: МЕДпресс-информ, 2004. 648 с.
13. Ригельман Р. Как избежать врачебных ошибок. М.: Кремлина, 1994. 208 с.
14. Селиверстова Н.А., Гетте Н.А., Малышев В.С., Утошева М.Г. Применение бронхофонографического исследования легких для оценки эффективности терапии бронхиальной астмы и обструктивного бронхита у детей раннего возраста // *Педиатрия*. 2009. Т. 87, № 2. С. 51–55.
15. Способ регистрации дыхательных шумов: патент РФ 2038041 / Малышев В.С., Ардашникова С.Н., Каганов С.Ю. и др. Заявл.: 16.09.1992, опубл.: 27.06.1995.
16. Стасюк О.Н. Клинико-диагностическое значение исследования кашля и одышки у больных ХОБЛ: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Воронеж, 2010. 24 с.
17. Тетнев Ф.Ф. Физические методы исследования в клинике внутренних болезней. 2-е изд. Томск, 2001. 392 с.
18. Bartzokas K., Daenas C., Preau S. et al. Vibration response imaging: evaluation of rater agreement in healthy subjects and subjects with pneumonia // *BMC Med. Imaging*. 2010. Vol. 11, No. 10. P. 6.
19. Charleston-Villalobos S., Cortes-Rubiano S., Gonzalez-Camarena R., Chi-Lem G. Respiratory acoustic thoracic imaging (RATHI): assessing deterministic interpolation techniques // *Med. Biol. Eng. Comput.* 2004. Vol. 42. P. 618–626.
20. Fiz J.A., Jane R., Izquierdo J. et al. Analysis of forced wheezes in asthma patients // *Respiration*. 2006. Vol. 73, No.1. P. 55–60.
21. Habukawa C., Nagasaka Y., Takemura T. High-pitched breath sounds indicate airflow limitation in asymptomatic asthmatic children // *Respirology*. 2009. Vol. 14. P. 399–403.
22. Key A., Holt K., Hamilton A. et al. Objective cough frequency in interstitial pulmonary fibrosis // 35-th International Conference on Lung Sounds. University of Toledo Medical Center. Toledo, OH, USA. October 8–9, 2010. Abstract A1.
23. Kim Ki Il. Mobile communication and stethoscope system: Патент США 2004157612. Опубл.: 12.08.2004.
24. Kompis M., Pasterkamp H., Wodicka G.R. Acoustic imaging of the human chest // *Chest*. 2001. V. 120, No. 4. P. 1309–1321.
25. Kramer M.R. Regional breath sound distribution analysis in single-lung transplant recipients // *J. Heart Lung Transplant*. 2007. Vol. 26, No. 11. P. 1149–1154.
26. Murphy R.L., Vyshedskiy A., Power-Charnitsky V.A. et al. Automated lung sound analysis in patients with pneumonia // *Respir Care*. 2004. Vol. 49, No. 12. P. 1490–1497.
27. Weizel E., Genis Y., Avrahami A. et al. Validation of an automatic wheeze detector // 35-th International Conference on Lung Sounds. University of Toledo Medical Center. Toledo, OH, USA. October 8–9, 2010. Abstract C3.

В.И. Коренбаум, Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
Ю.В. Кулаков, Владивостокский государственный университет

ADVANCEMENT AND PROBLEMS OF OBJECTIVISED AUSCULTATION OF LUNGS

V.I. Korenbaum¹, Yu. V. Kulakov²

¹V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute of the Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences (43 Baltiyskaya St. Vladivostok 690041 Russia), ²Vladivostok State Medical University (2 Ostryakova Av. Vladivostok 690950 Russia)

Summary – The authors present a lecture devoted to the current problems of respiratory acoustics and their solution at the up-to-date stage of advancement in medicine. The paper touches upon integral methods of estimating state of respiratory system, topical acoustic diagnostics, and electronic devices intended for recording acoustic signals. As indicated, the device-based diagnostics holds strong positions to distinguish clinical picture of internal diseases. As part of public health service modernisation program in Russia, it will get one more impulse for advancement due to introduction of tele-health methods, thus resulting in resource saving and improvement in quality of medical services rendered to the population.

Key words: auscultation of lungs, respiratory acoustics, mapping of lungs, electronic stethoscope.