

УДК 616.24-008.4-072

БРОНХОФОНОГРАФИЯ: АКУСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ДИАГНОСТИКИ ОБСТРУКТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЛЁГКИХ

Гусейнов А.А.

ГОУ ВПО «Дагестанская государственная медицинская академия ФАЗ СР», Махачкала,
e-mail: dgma-dissovet@mail.ru

Изучена возможность применения нового диагностического метода – бронхофонографии – в диагностике обструктивных заболеваний. Обследовано 108 здоровых лиц и 166 больных ХОБЛ и бронхиальной астмой. Определены акустические показатели спокойного и форсированного дыхания в различных частотных диапазонах (от 1200 до 12600 Гц). Получены объективные оценочные параметры, позволяющие выявлять обструктивные нарушения функции внешнего дыхания.

Ключевые слова: обструктивные заболевания, бронхофонография, функциональная диагностика

Попытки диагностики обструктивных заболеваний (ОЗ) с помощью анализа дыхательных звуков предпринимаются исследователями разных стран. Предлагаются различные критерии обструктивных нарушений [3, 5]. Появление нового неинвазивного метода функциональной диагностики – бронхофонографии (БФГ), основанного на регистрации респираторного цикла и анализе дыхательных шумов, дает возможность получения дополнительных оценочных параметров при диагностике заболеваний лёгких [4]. Однако до сих пор нет чётких акустических критериев ОЗ, стандартизации применяемых методик.

Целью исследования являлось изучение возможности применения БФГ в диагностике обструктивных заболеваний лёгких.

Материал и методы

Для решения поставленных задач было обследовано 108 здоровых лиц (ЗЛ) (50 мужчин и 58 женщин), 166 больных ОЗ (85 мужчин и 81 женщина): из них 91 больной бронхиальной астмой (БА), 62 – хронической обструктивной болезнью лёгких (ХОБЛ) и 13 больных с сочетанием симптомов этих заболеваний. У всех больных

отмечались нарушения функции внешнего дыхания по обструктивному типу.

БФГ проводили с помощью компьютерно-диагностического комплекса (КДК) «Паттерн» [5], принцип работы которого заключается в фиксировании и последующей оценке амплитудно-частотных характеристик дыхательных шумов, позволяющих визуализировать и объективно оценивать звуковые характеристики дыхания. Определяли:

– акустический эквивалент работы дыхания (АРД) (количественную оценку энергетических затрат бронхолёгочной системы на возбуждение специфического акустического феномена в течение всего респираторного цикла или отдельной его фазы), рассчитывается как площадь под кривой на бронхофонограмме во временной области, единица измерения – наноджоуль – (нДж). АРД исследовали в различных частотных диапазонах: АРД₁ – общий диапазон (1,2–12,6 кГц); АРД₂ – высокочастотный диапазон (5,0–12,6 кГц); АРД₃ – среднечастотный диапазон (1,2–5,0 кГц);

– K – коэффициент, отражающий те же параметры в относительных единицах: весь спектр частот – $K_1 = \text{АРД}_1 / \text{АРД}_0 \cdot 100$; высокочастотный диапазон – $K_2 = \text{АРД}_2 / \text{АРД}_0 \cdot 100$; среднечастотный диапазон – $K_3 = \text{АРД}_3 / \text{АРД}_0 \cdot 100$.

Проанализировано около 2000 бронхофонограмм спокойного и форсированного дыхания.

Оценивались следующие параметры: АРД и K в различных частотных диапазонах, ΔK (прирост показателей коэффициентов K) = $K_{\text{форс}} - K_{\text{спок}} / K_{\text{спок}} \cdot 100$, ИПК (индекс прироста K – отношение $\Delta K_2 / \Delta K_1$).

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью статистических пакетов программ Microsoft Excel 2000, Biostat 2007 3.8, Statistica v.6.0 (Stat Soft Inc. США). Применяли непараметрические критерии, так как распределение

показателей отличалось от нормального. Для характеристики вариации вычисляли медиану (Me), 25 и 75 процентиля, доверительный интервал (ДИ) с вероятностью 95%. Статистическую значимость различия между показателями АРД в различных группах оценивали по критериям Манна–Уитни.

Спирометрические исследования выполнялись на оборудовании «Этон-01» (Россия).

Результаты исследования

Полученные результаты отражены в табл. 1–3.

Таблица 1

Сравнение акустических параметров (АРД) дыхания ЗЛ и больных ОЗ

| Показатели | АРД ₁ | | АРД ₂ | | АРД ₃ | |
|------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | ЗЛ (n = 108) | ОЗ (n = 166) | ЗЛ (n = 108) | ОЗ (n = 166) | ЗЛ (n = 108) | ОЗ (n = 166) |
| Me | 45,8 706,4 | 95,5 874,6 | 4,7 53,7 | 3,7 78,5 | 38,7 641,7 | 89,5 793,5 |
| 25 проц. | 18,9 456,7 | 37,5 631,3 | 2,0 31,0 | 1,4 47,3 | 16,4 418,9 | 33,9 563,6 |
| 75 проц. | 117,0 956,0 | 218,6 1246,6 | 8,6 97,0 | 11,6 130,1 | 110,3 860,7 | 209,5 1100,2 |
| М-У (p) | 0,000 0,000 | | 0,855 0,001 | | 0,000 0,000 | |

Таблица 2

Сравнение акустических параметров (K) дыхания ЗЛ и больных ОЗ

| Показатели | K ₁ | | K ₂ | | K ₃ | |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | ЗЛ (n = 108) | ОЗ (n = 166) | ЗЛ (n = 108) | ОЗ (n = 166) | ЗЛ (n = 108) | ОЗ (n = 166) |
| Me | 7,2 42,1 | 15,7 49,8 | 0,6 3,6 | 0,6 4,3 | 6,4 38,9 | 15,1 46,9 |
| 25 проц. | 5,0 29,6 | 9,6 32,0 | 0,4 2,0 | 0,4 2,8 | 4,4 26,9 | 8,5 29,8 |
| 75 проц. | 11,3 56,7 | 25,4 68,7 | 1,0 5,3 | 1,1 6,8 | 10,3 52,2 | 23,3 63,7 |
| М-У (p) | 0,000 0,018 | | 0,429 0,017 | | 0,000 0,021 | |

Примечание: 25 проц. и 75 проц. – интерквартильный размах Me показателей, М-У – критерий Манна–Уитни. В числителе – показатели спокойного дыхания, в знаменателе – форсированного.

Как видно из табл. 1 и 2, показатели $АРД_1$, $АРД_3$, K_1 , K_3 (то есть по всему спектру в целом и его среднечастотной части) у ЗЛ и больных ОЗ отличаются в режиме спокойного дыхания ($p = 0,000$). При форсированном выдохе статистически значимые

различия ($p < 0,05$) отмечаются уже во всех частотных диапазонах.

Интересные результаты были получены при анализе такого показателя БФГ как ΔK в различных частотных диапазонах (см. табл. 3).

Таблица 3

Прирост показателей «работы дыхания» при выполнении форсированного выдоха (в %) и определение ИПК

| Показатели | ΔK_1 | | ΔK_2 | | ΔK_3 | | ИПК | |
|------------|--------------|-------|--------------|--------|--------------|-------|-------|-----|
| | ЗЛ | ОЗ | ЗЛ | ОЗ | ЗЛ | ОЗ | ЗЛ | ОЗ |
| <i>n</i> | 108 | 154 | 108 | 154 | 108 | 154 | 108 | 154 |
| Me | 406,8 | 185,9 | 411,5 | 515,7 | 430,0 | 164,9 | 0,9 | 2,6 |
| 25 проц. | 227,1 | 73,4 | 147,6 | 241,1 | 239,2 | 64,4 | 0,4 | 1,2 |
| 75 проц. | 830,9 | 432,0 | 825,6 | 1033,8 | 853,3 | 401,6 | 1,8 | 5,0 |
| M–У | 0,000 | | 0,017 | | 0,021 | | 0,000 | |

Примечание: Me – медиана показателей, 25 и 75 перцентилей – интерквартильный размах Me показателей, M–У – критерий Манна–Уитни.

Было установлено, что ΔK ЗЛ во всех диапазонах практически одинаков и превышает 400% (по Me), а у больных ОЗ в высокочастотном диапазоне (K_2) отмечается значительный прирост, сопоставимый с показателями ЗЛ. Но в среднечастотном диапазоне и по всему спектру показатели значительно ниже (164,9 и 185,9%, по Me, соответственно), то есть имеет место так называемый «срыв турбулентности». Это позволило ввести дополнительный показатель ИПК, то есть отношение $\Delta K_2/\Delta K_1$, который достоверно отличается в исследуемых группах: ДИ в границах 25 и 75 перцентили составил в группе ЗЛ 0,35–1,76 (Me = 0,86), у больных ОЗ – 1,16–5,04 (Me = 2,58).

Таким образом, показатель ИПК > 2 может указывать на наличие обструктивных нарушений ФВД. Для повышения точности диагноза проводился комплексный учет показателей $АРД$ и K , что позволило сформулировать следующий алгоритм диагностики обструктивных заболеваний лёгких [1]:

1. Показатели $АРД_1$ и $АРД_3 > 100$ нДж при спокойном дыхании и больше 900 нДж при форсированном.

2. Показатели $K_1, K_3 > 15$ при спокойном дыхании и больше 50 при форсированном.

3. ΔK_1 и $\Delta K_3 < 200\%$.

4. ИПК > 2 .

Для иллюстрации вышеизложенного приводим два клинических примера:

Клинический пример №1. Больная О. (ИБ №218). Поступила с жалобами на одышку, кашель, иногда «свисты» в грудной клетке по ночам. В 2003 г. лечилась стационарно с диагнозом «хронический обструктивный бронхит». В январе 2006 г. после простуды поднялась температура до 39°C , появился сильный кашель. Амбулаторно лечилась антибиотиками по поводу обострения ХОБ, направлена на стационарное обследование с этим же диагнозом. При обследовании: в крови лейкоцитов – $5,0 \cdot 10^9/\text{л}$, СОЭ – 10 мм/час, абсолютное количество эозинофилов крови – $0,250 \cdot 10^9/\text{л}$, мокрота слизистая, белая, L – единичные в поле зрения, ВК(–), рентгеноскопия грудной клетки – очагово-инфильтративных изменений не выявлено. Сосудистый рисунок усилен. Консультация ЛОР – аллергический риносинусит. ФВД – ЖЕЛ = 2,92 л (99,3%

должных величин (д.в.)), ФЖЕЛ = 2,9 л (102,1% д.в.), ОФВ₁ = 1,82 л (76,4% д.в.), ОФВ₁/ФЖЕЛ = 63,76% (74,9% д.в.). После пробы с сальбутамолом отмечается прирост ОФВ₁ на 25%. Заключение ФВД: бронхиальная обструкция умеренно выражена. Положительная проба с сальбутамолом. Больной выставлен предварительный диагноз: «бронхиальная астма», впервые выявленная. Кашлевой вариант течения? Анамнестических и объективных данных за ХОБ не выявлено. Больной проведена БФГ. Получены следующие показатели: АРД₁ – спок/форсир = 46,6/685,1 нДж, АРД₃ – 42,9/626,9 нДж, K₁ – 6,45/30,26 (ΔK₁ – 369%), K₂ – 0,52/2,57 (ΔK₂ – 394,2%), K₃ – 5,93/27,69 (ΔK₃ – 367%). ИПК = 1,1.

Таким образом, показатели БФГ не соответствовали данным группы больных ОЗ, что соотносилось с минимальными изменениями показателей ФВД данной больной, аускультативной симптоматикой (везикулярное дыхание, единичные сухие хрипы). Эти данные также не подтверждали диагноз направившего учреждения (ХОБ) и отличались от показателей, характерных для клинически выраженной БА (не исключая, возможно, лёгкую степень БА).

Клинический пример №2. Больной И. (ИБ №199). Клинический диагноз – БА тяжёлой степени, фаза обострения. В лёгких при аускультации множество рассеянных сухих свистящих хрипов, преимущественно на выдохе. Данные обследования: общий анализ крови L – 4,9·10^{9/л}, СОЭ – 11 мм/час, эоз. – 3% (абсолютное количество – 0,149·10^{9/л}), флюорография грудной клетки – усиление корневого рисунка, очагово-инфильтративных изменений не выявлено. ФВД: ЖЕЛ 3,2 л (64,7% д.в.), ФЖЕЛ 2,88 л (60,2% д.в.), ОФВ₁ – 1,59 л (40,53% д.в.), ОФВ₁/ФЖЕЛ 55,23% (67,33% д.в.). После пробы с беротеком отмечается прирост ОФВ₁ на 66,7%. Заключение ФВД: значительное снижение вентиляционной способности лёгких вследствие вентиляционных нарушений обструктивно-рестриктивного типа. Бронхиальная обструк-

ция резко выражена. Положительная проба с беротеком.

Больному проведена БФГ. Получены следующие показатели: АРД₁ – 133,5/1328,8 нДж, АРД₃ – 124,3/1156,7 нДж, K₁ – 17,47/53,66 (ΔK₁ – 207,2%), K₂ – 1,2/6,95 (ΔK₂ – 479,2%), K₃ – 16,27/46,71 (ΔK₃ – 187,1%). ИПК = 2,3.

В данном случае показатели БФГ свидетельствовали об обструктивной патологии лёгких.

Таким образом, показатели АРД, K, ΔK, ИПК могут быть использованы в качестве дополнительных объективных оценочных параметров обструктивных нарушений ФВД.

Обсуждение

Общность клинических симптомов и возможные сочетания БА и ХОБЛ у одного и того же человека позволили объединить больных БА и ХОБЛ в общую группу больных с ОЗ и исследовать акустические характеристики дыхания данной группы в целом.

Анализ бронхофонограмм больных ОЗ позволил определить акустические параметры, характеризующие обструктивные изменения в ДП, и, таким образом, сформировать паттерны дыхания больных ОЗ.

Выявлены статистически значимые отличия в акустических параметрах больных ОЗ и ЗЛ в среднечастотном диапазоне (1200–5000 Гц) и по всему спектру в целом, то есть АРД₁, АРД₃ в режимах спокойного и форсированного дыхания, K₁ и K₃ при спокойном дыхании и ИПК.

Диагностика обструктивных заболеваний с помощью анализа дыхательных звуков активно изучается. Предлагаются различные критерии обструктивных нарушений [34, 116, 199]. Учитывая недостаточную изученность, противоречивость полученных данных, нами было проведено настоящее исследование. Обследовано 274 пациента: 108 ЗЛ (50 мужчин и 58 женщин), 166 больных ОЗ (85 мужчин и 81 женщина) – из них 91 больной БА, 62 – ХОБЛ и 13 больных с сочетанием симптомов этих заболеваний. Проанализировано более 2000 бронхофоно-

грамм по таким параметрам, как АД и K в различных частотных диапазонах, ΔK . Было выявлено, что ΔK ЗЛ во всех диапазонах практически одинаков и превышает 400% (по Ме), а у больных ОЗ в высокочастотном диапазоне (K_2) отмечается значительный прирост, сопоставимый с показателями ЗЛ. Но в среднечастотном диапазоне и по всему спектру показатели значительно ниже (164,9% и 185,9%, по Ме, соответственно). Это позволило ввести ИПК, то есть отношение $\Delta K_2/\Delta K_1$, который достоверно отличается в исследуемых группах: ДИ в границах 25 и 75 перцентили составил в группе ЗЛ 0,35–1,76 (Ме = 0,86), у больных ОЗ – 1,16–5,04 (Ме = 2,58). На основе анализа полученных данных был предложен алгоритм диагностики обструктивных заболеваний лёгких (Патент №2354285):

Выводы

Таким образом, полученные результаты указывают на возможность использования нового неинвазивного диагностического метода – БФГ – для выявления обструктивных нарушений функции внешнего дыхания.

Список литературы

1. Гусейнов А.А. Способ акустического спектрального анализа обструктивных заболе-

ваний легких // Патент РФ № 2354285. – 2009. Бюл. № 13.

2. Изделие медицинского назначения прибор бронхофонографический диагностический автоматизированный «ПАТТЕРН-01». – Регистрационное удостоверение; № ФСР 2009/04789 от 22.04.2009 г. / Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения и социального развития.

3. Коренбаум В.И. Акустическая диагностика системы дыхания человека на основе объективного анализа дыхательных звуков / В.М. Коренбаум, И.А. Поекутова, Ю.В. Кулаков [и др.] // Вестник ДВО РАН. – 2004. – №5. – С. 68–79.

4. Малышев, В.С. Научный метод обработки информации при акустической диагностике влияния производственной среды на здоровье человека: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Тула, 2002. – 45 с.

5. Guntupalli, K.K. Evaluation of obstructive lung disease with Vibration Response Imaging / K.K.Guntupalli, P.M. Alapat, V.D. Bandi [et al] // J. of Asthma. – 2008. – Dec. – V.45, №10. – P. 923–930.

Рецензенты:

Абуева Рукижат Магомедовна, д.м.н., доцент кафедры факультетской терапии ГОУ ВПО «ДГМА ФАЗ СР», зав. терапевтическим отделением МЦА им. Р.П. Аскерханова;

Чамсутдинов Наби Уматович, д.м.н., профессор кафедры факультетской терапии ГОУ ВПО «ДГМА ФАЗ СР».

BRONCHOPHONOGRAPHY: ACOUSTIC CRITERIA OF DIAGNOSTICS OF PULMONARY OBSTRUCTIVE DISEASES

Guseynov A.A.

DGMA, Makhachkala leninal, e-mail: dgma-dissovet@mail.ru

The opportunity of application of a new diagnostic method – bronchophonography in diagnostics of obstructive diseases is investigated. 108 healthy persons, 166 patients with COPD and bronchial asthma are surveyed. Acoustic parameters of the quiet and forced breath in various frequency ranges (from 1200 up to 12600 Hz) are determined. The objective estimated parameters are received, allowing to reveal obstructive infringements of function of external breath.

Keywords: obstructive diseases, bronchophonography, functional diagnostics