

Е.С. Овсянников¹, Е.С. Дробышева², Г.Н. Панкова², А.А. Феськова¹,
А.В. Перцев¹, Р.Е. Токмачев¹

**ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ КАШЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ
СПЕКТРАЛЬНОЙ ТУССОФОНОБАРОГРАФИИ ПАЦИЕНТОВ
С ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ЛЕГКИХ
И ВЕНТРАЛЬНЫМИ ГРЫЖАМИ**

¹ГБОУ ВПО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, каф. факультетской терапии;

²БУЗ ВО «ВГКБСМП №1»

Резюме. В результате обследования 69 больных ХОБЛ с грыжами передней брюшной стенки с применением спектральной туссофонобарографии обнаружены различия временно-частотных параметров звуков продуктивного и непродуктивного кашля, что позволило дифференцированно осуществлять коррекцию патологии в периоперационном периоде.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких; вентральные грыжи; спектральный анализ звуков кашля.

Актуальность. Известно, что в защите дыхательных путей от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды участвуют несколько механизмов. Первым этапом очищения бронхиальной системы является мукоцилиарный клиренс, осуществляемый клетками реснитчатого эпителия и клетками желез, продуцирующих бронхиальный секрет — подслизистые железы, бокаловидные метки и клетки Клара. Следующей ступенью «очистки» бронхиального дерева является кашлевой рефлекс, который компенсирует нарушения первого. Кашлевой рефлекс закономерно включается и в процесс защиты нижних дыхательных путей при аспирации желудочного содержимого, хроническом бронхите, бронхоэктазах [5]. В то же время известно большое количество заболеваний, при которых кашель не выполняет «свойственную» защитную функцию. Исключением не является и хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), представляющая собой одно из самых частых заболеваний бронхо-легочной системы [1-3]. У больных с вентральными грыжами кашель в силу патогенетических механизмов своего формирования с участием мышц брюшной стенки может рассматриваться в качестве провоцирующего и поддерживающего процесс грыжеобразования фактора, а кроме того – как нередко наблюдаемый негативный симптом в послеоперационном периоде, отрицательно сказывающийся на течении последнего [4, 6]. У больных ХОБЛ очень важно установление факта продуктивности/непродуктивности кашля, так как это оказывается решающим в выборе препаратов для его коррекции. Так, при лечении продуктивного кашля возможно назначение мукоактивных препаратов и, наоборот, противопоказано применение противокашлевых средств.

На практике этот вопрос зачастую пытаются решить установлением факта отхождения мокроты с определением ее количества. Однако, принимая во внимание тот факт, что мокрота представляет смесь бронхиального секрета и слюны, образующейся в полости рта в большей или меньшей степени в силу физиологических и патологических процессов (например, заболеваний ротоглотки), выше обозначенный вопрос принимает недостаточно объективную форму. Учитывая это, а

также современные возможности компьютерного анализа звуковых феноменов, в нашем исследовании мы попытались выяснить значение спектрального анализа звука кашля в решении данной проблемы.

Цель: выявить дифференциальные критерии продуктивного/непродуктивного кашля у больных с ХОБЛ и грыжами передней брюшной стенки при проведении спектрального анализа звука кашля.

Материал и методы исследования. Обследованы 69 больных с грыжами передней брюшной стенки в сочетании с ХОБЛ 2 стадии (54 мужчины и 15 женщин, средний возраст 52,4 лет), проходившие курс лечения на базе ВУЗ ВО «ГКБ СМП № 1. Критериями исключения из исследования были возраст старше 80 лет, наличие острой или декомпенсированной патологии сердечно-сосудистой системы, наличие патологии бронхо-легочной системы помимо ХОБЛ.

Всем больным в дооперационном периоде проводили фибробронхоскопию (ФБС). На основании полученных данных пациенты были разделены на две подгруппы. Первую составили 28 больных, у которых по данным ФБС имело место наличие клинически значимого количества бронхиального секрета в бронхах. Остальные больные составили вторую группу. У этих пациентов отсутствовали признаки чрезмерного образования бронхиального секрета.

Всем пациентам проводили исследование звуков кашля с помощью спектральной туссофонобарографии (СТФБГ), представляющей собой компьютерный спектральный анализ звуков кашля, основанный на алгоритме быстрого преобразования Фурье [7]. Исследование проводилось до и через 15 мин после ингаляции бронхолитика короткого действия (сальбутамол в дозе 200 мкг). Согласно методике, испытуемому, сидящему на стуле, устанавливался микрофон на расстоянии 15 см от полости рта. Перед проведением исследования больному подробно объясняли особенности правильного выполнения маневра кашля. Особое внимание обращалось на полноту вдоха перед выполнением кашлевого маневра. В случае отсутствия самостоятельного кашля больному ингалировали гипотонический раствор хлорида натрия для провокации кашля. Аналоговым способом мы усилили звуковые сигналы от микрофона для обеспечения возможности слухового контроля в процессе анализа. Все звуковые сигналы подвергались цифровой обработке в диапазоне частот 60-5000 Гц с 16-тибитным разрешением для компьютеризированного временно-частотного анализа с помощью быстрого преобразования Фурье с интервалом времени 10 мс. Благодаря этому разрешение для частот доходило до 11 Гц. Спектральная энергия звука кашля нормировалась к единице, что позволяло производить сравнительный анализ различных записей независимо от громкости звука [8, 9].

Отдельные кашли были разделены на 3 фазы: 1-я фаза соответствовала быстрому открытию голосовой щели, 2-я – срединная, более продолжительная – соответствовала выходу воздуха из легких, 3-я – непостоянная – соответствовала закрытию голосовой щели в конце маневра кашля.

Оценивали временно-частотные параметры: Тобщ (с) – общую продолжительность кашля, Т1 (с) – продолжительность 1-й фазы, Т2 (с) – продолжительность 2-й фазы, Т3 (с) – продолжительность 3-й фазы и распределение спектральной энергии по диапазонам частот. Исследование с помощью СТФБГ осуществляли при одновременном проведении визуального и слухового анализа каскадов кашля, а также каждого кашля в отдельности с последующим разложением на фазы.

Статистическая обработка результатов исследования производилась с помощью непараметрических методов пакета прикладных программ Microsoft Office 2003. Численные значения параметров представлены в виде медианы, в скобках указаны 25% и 75% перцентили. Различия считали достоверными при уровне значимости $p < 0,05$.

Полученные результаты и их обсуждение. При оценке аналоговых записей звуков отдельных кашлей под контролем аудирования было выявлено, что у больных ХОБЛ кашель состоит из 3-х фаз: 1-ая фаза – открытие голосовой щели, 2-ая фаза – выход воздуха из лёгких через открытую голосовую щель, 3-я фаза – закрытие голосовой щели. Для получения точного представления о частотном распределении звуковой энергии были вычислены средние значения процентного распределения относительной энергии звуков кашлей больных каждой из групп исследования. Мы обнаружили, что у больных второй группы преобладает энергия средних и высоких частот (300-5000 Гц), в то время как у больных первой – энергия средних и низких частот, что, видимо, обусловлено вибрацией различного по своим физико-химическим свойствам бронхиального секрета и стенок бронхиального дерева различного диаметра.

При анализе спектрограммы звуков кашлей больные первой и второй групп по общей продолжительности, продолжительности отдельных фаз не различались. Достоверное различие имелось в отношении распределения экстремумов амплитуды звуковой энергии. Наибольшее диагностическое значение представляла 2-ая фаза, отражающая изменения в дыхательных путях во время скоростного выхода воздуха из лёгких (табл. 1).

Таблица 1.

Временны́е параметры звуков кашля в сравниваемых группах.

Параметры	Первая группа (n=28)	Вторая группа (n=41)
Тобщ, с	0,67 (0,41;1,02)	1,12 (0,63;1,92)
	0,62 (0,31;0,84)	0,83 (0,43;1,24)*
Т1, с	0,049 (0,04;0,051)	0,05 (0,04;0,053)
	0,05 (0,04;0,051)	0,049 (0,04;0,051)
Т2, с	0,41 (0,21;0,54)	0,81 (0,33;1,34)
	0,31 (0,18;0,45)	0,43 (0,24;0,82)*
Т3, с	0,14 (0,09;0,15)	0,12 (0,07;0,16)
	0,13 (0,09;0,15)	0,14 (0,1;0,15)

Примечание: * - различия параметров у больных в группах исследования достоверны при $p < 0,05$. В числителе приведены значения до ингаляции бронхолитика, в знаменателе – через 15 минут после ингаляции бронхолитика.

На спектрограммах кашлей больных первой группы экстремум амплитуды 2-ой фазы находился на частоте выше 1500 Гц в сочетании с широкополосным подъёмом звуковой энергии в диапазоне до 600 Гц, который во время прослушивания напоминает «клокотание», а при анализе процентного распределения относительной энергии создаёт преобладание энергии средних частот. В отличие от больных первой группы у пациентов второй группы во 2-й фазе мы наблюдали гладкое поле.

Были обнаружены изменения исследуемых параметров и в ходе проведения бронходилатационного теста. У больных второй группы продолжительность 2-ой фазы после ингаляции бронходилататора уменьшалась. Продолжительность 2-ой фазы после ингаляции бронходилататора у больных первой группы изменялось недостоверно. Наблюдалось изменение и частотных параметров: у больных второй группы отмечалось смещение частот в зону низких, видимо, за счёт частичного устранения бронхиальной обструкции, которая участвует в формировании высокочастотных звуков, а у больных первой группы наоборот, происходило перераспределение частот в зону более высоких, так как после ингаляции бронходилататора, пациенты, как правило, откашливали мокроту, которая участвует в формировании звуков средних и низких частот (табл. 2).

Таблица 2.

Частотные параметры звуков кашля в сравниваемых группах.

Параметры	Первая группа (n=28)	Вторая группа (n=41)
Высокие частоты (600-5000 Гц), %	22,11 (16,2; 25,6)	84,92 (74,4; 92,5)*
	72,15 (66,4; 75,8) #	21,23 (18,4; 24,2)* #
Средние частоты (300-600 Гц), %	72,26 (68,2; 79,5)	10,22 (8,4; 13,2) *
	22,15 (17,0; 26,1) #	62,63 (58,4; 66,7)* #
Низкие частоты (60-300 Гц), %	5,62 (4,1; 6,6)	2,84 (1,4; 3,2) *
	6,57 (4,1; 7,3)	16,48 (14,3; 19,1)* #

Примечание: * - различия параметров у больных в группах исследования достоверны при $p < 0,05$; # - различия параметров до и после ингаляции бронхолитика достоверны при $p < 0,05$. В числителе приведены значения до ингаляции бронхолитика, в знаменателе – через 15 минут после ингаляции.

Учитывая вышеизложенное, отличительной особенностью звуков продуктивного кашля больных ХОБЛ является преобладание энергии средних частот во 2-ой фазе, по сравнению с непродуктивным кашлем, для которого характерна большая доля энергии высоких частот; а также различная ответная реакция на воздействие ингаляционных бронходилататоров: при непродуктивном кашле происходит уменьшение продолжительности звука за счёт 2-й фазы, при продуктивном же продолжительность 2-й фазы остаётся неизменной; при непродуктивном кашле происходит смещение частот в зону низких, а при

повышенном образовании бронхиального секрета - наоборот, происходит перераспределение частот в зону более высоких.

Выводы.

Критериями дифференциальной диагностики продуктивного и непродуктивного кашля у больных хронической обструктивной болезнью легких являются динамические изменения продолжительности 2-ой фазы и частотного распределения энергии звуков кашля, исследуемые с помощью спектральной туссофонобарографии при проведении бронходилатационного теста.

Дифференциальная диагностика продуктивного и непродуктивного кашля у больных с хронической обструктивной болезнью легких и грыжами передней брюшной стенки в предоперационном периоде позволит осуществлять своевременный дифференцированный подход к назначению и коррекции лекарственной терапии, что предотвратит ухудшение течения патологии бронхо-легочной системы, таким образом, будет способствовать улучшению прогноза в послеоперационном периоде.

Литература.

1. Будневский А.В., Бурлачук В.Т., Чернов А.В., Овсянников Е.С. Хроническая обструктивная болезнь легких. Монография / Воронеж, 2014. – 182 с.
2. Будневский А.В., Овсянников Е.С., Чернов А.В., Дробышева Е.С. Диагностическое значение биомаркеров при обострении хронической обструктивной болезни легких // Пульмонология. – 2014. – № 4. – С. 100-104.
3. Малыш Е.Ю., Овсянников Е.С., Дробышева Е.С., Алферова Е.Н. ХОБЛ и сердечно-сосудистая заболеваемость // В сборнике: Наука и образование в XXI веке сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 17 частях. - 2014. - С. 96-97.
4. Овсянников Е.С. Исследование функциональных параметров дыхательной и сердечно-сосудистой систем у больных с абдоминальными грыжами в периоперационном периоде // Врач-аспирант. – 2011. – Т. 46. – № 3.3. – С. 400-404.
5. Овсянников Е.С., Семенкова Г.Г. Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь как причина хронического кашля // Consilium Medicum. – 2004. – Т. 6. № 10. – С.728-730.
6. Провоторов В.М., Малыш Е.Ю., Овсянников Е.С. Анализ variability сердечного ритма у больных хронической обструктивной болезнью легких и вентральными грыжами // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. - 2011. - Т. 10. № 3. - С. 564-566.
7. Семенкова Г.Г., Провоторов В.М., Овсянников Е.С. Исследование кашля, вызванного гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью, с применением методов туссографии и спектральной туссофонобарографии // Пульмонология. - 2006. – № 6. – С. 56-61.
8. Семенкова Г.Г., Провоторов В.М., Сычев В.В., Болотских В.И., Кокорева Л.В., Лозинская Ю.А., Овсянников Е.С. К вопросу о временно-частотном анализе звука кашля у больных бронхиальной астмой // Прикладные информационные аспекты медицины. - 2002. - Т. 5. № 1-2. - С. 46.
9. Семенкова Г.Г., Провоторов В.М., Сычев В.В., Лозинская Ю.А., Овсянников Е.С. Спектральная туссофонобарография – метод оценки обратимости бронхиальной обструкции у больных бронхиальной астмой // Пульмонология. – 2003. – № 6. – С. 32-36.

Abstract.

**E.S. Ovsyannikov, E.S. Drobysheva, G.N. Pankova, A.A. Feskova,
A.V. Pertsev, R.E. Tokmachev**

**PRODUCTIVE COUGH EVALUATION WITH SPECTRAL
TUSOFOFONOBAROGRAPHY IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE
PULMONARY DISEASE AND VENTRAL HERNIAS**

Voronezh State Medical University

A survey of 69 patients with COPD and the anterior abdominal wall hernias using spectral tussofonobarography revealed differences in the time-frequency characteristics of productive and non-productive cough sound, which will perform a differential correction of pathology in perioperative period.

Keywords: chronic obstructive pulmonary disease, ventral hernia, a spectral analysis of cough sound.

References:

1. Budnevskiy A.V., Burlachuk V.T., Chernov A.V., Ovsyannikov E.S. Chronic obstructive pulmonary disease. Monograph // Voronezh, 2014. – 182 p.
2. Budnevskiy A.V., Ovsyannikov E.S., Chernov A.V., Drobysheva E.S. The diagnostic value of biomarkers in exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease // Pul'monologiya. – 2014. – № 4. – P. 100-104.
3. Malysheva E.Y., Ovsyannikov E.S., Drobysheva E.S., Alferova E.N. COPD and cardiovascular disease // V sbornike: Nauka i obrazovanie v XXI veke sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: v 17 chastyakh. – 2014. – P. 96-97.
4. Ovsyannikov E.S. The study of the functional parameters of the respiratory and cardiovascular system in patients with abdominal hernias in the perioperative period // Vrach-aspirant. – 2011. – T. 46. – № 3.3. – P. 400-404.
5. Ovsyannikov E.S., Semenkova G.G. Gastroesophageal reflux disease as a cause of chronic cough // Consilium Medicum. – 2004. – T. 6. № 10. – P.728-730.
6. Provotorov V.M., Malysheva E.Yu., Ovsyannikov E.S. Analysis of heart rate variability in patients with chronic obstructive pulmonary disease and ventral hernias // Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh. - 2011. - T. 10. № 3. - P. 564-566.
7. Semenkova G.G., Provotorov V.M., Ovsyannikov E.S. Research cough caused by gastroesophageal reflux disease using methods tussofography and spectral tussofonobarography // Pul'monologiya. - 2006. – № 6. – P. 56-61.
8. Semenkova G.G., Provotorov V.M., Sychev V.V., Bolotskikh V.I., Kokoreva L.V., Lozinskaya Yu.A., Ovsyannikov E.S. To the question of time-frequency analysis of the sound of cough in patients with asthma // Prikladnye informatsionnye aspekty meditsiny. - 2002. - T. 5. № 1-2. - P. 46.
9. Semenkova G.G., Provotorov V.M., Sychev V.V., Lozinskaya Yu.A., Ovsyannikov E.S. Spectral tussofonobarography – evaluation method of the reversibility of airflow obstruction in patients with asthma // Pul'monologiya. – 2003. – № 6. – P. 32-36.

Сведения об авторах: Овсянников Евгений Сергеевич – к.м.н., доцент кафедры факультетской терапии ВГМУ им. Н.Н.Бурденко, ovses@yandex.ru%; Дробышева Елена Сергеевна – к.м.н., асс. кафедры факультетской терапии ВГМУ им. Н.Н.Бурденко; Панкова Галина Николаевна – врач-пульмонолог БУЗ ВО «ВГКБСМП №1» k.f.ter@yandex.ru; Феськова Анна Александровна – аспирант факультетской терапии ВГМУ им. Н.Н.Бурденко, k.f.ter@yandex.ru; Перцев Александр Владимирович – аспирант факультетской терапии ВГМУ им. Н.Н.Бурденко, k.f.ter@yandex.ru; Токмачев Роман Евгеньевич – аспирант факультетской терапии ВГМУ им. Н.Н.Бурденко.