

Значение биомеханики дыхания и компьютерной томографии высокого разрешения в диагностике бронхообструктивного синдрома

Эккардт Э.В.

The importance of respiration biomechanics and high resolution computed tomography for bronchial-obstructive syndrome diagnostics

Ekkardt E.V.

Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск

© Эккардт Э.В.

Проведено исследование, посвященное изучению и сопоставлению клинических симптомов хронической обструктивной болезни легких, показателей функции аппарата внешнего дыхания и инспираторно-экспираторной компьютерной томографии высокого разрешения. Обследовано 48 пациентов с хронической обструктивной болезнью легких. Выявлено, что показатели биомеханики дыхания и инспираторно-экспираторной компьютерной томографии высокого разрешения являются ранними признаками нарушения бронхиальной проходимости и изменяются, когда еще объем форсированного выдоха за первую секунду остается в пределах нормы.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких, диагностика, биомеханика дыхания, томография легких.

The aim of our research was analysis and comparison of chronic obstructive lung disease clinical signs and function indices of external respiration apparatus and inspiratory-expiratory high resolution computed tomography. 48 patients with chronic obstructive lung disease were examined. The importance of respiration biomechanics and inspiratory-expiratory high resolution computed tomography indices for diagnostics of broncho-obstruction at an early stage with unchanged forced expiration volume within the first second was revealed.

Key words: chronic obstructive lung disease, diagnostics, respiration biomechanics, lung tomography.

УДК 616.23-002-073.756.8+612.21

Введение

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) — заболевание, характеризующееся ограничением воздушного потока с развитием неполностью обратимой бронхиальной обструкцией; ограничение воздушного потока прогрессирует и связано с патологическим воспалительным ответом дыхательных путей на повреждающие частицы или газы [7]. Кашель и продукция мокроты являются ранними симптомами ХОБЛ, но наиболее серьезными клиническими проблемами для больных становится экспираторная одышка и невозможность выполнения привычных физических нагрузок, что снижает качество их жизни, а в последующем приводит к инвалидизации. Поэтому особое значение имеет диагностика ранних стадий ХОБЛ.

С 1961 г. по настоящее время ведущим критерием обструктивных заболеваний легких общепринято считать изменение объема форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁) [6]. Так как ограничение воздушного потока служит основной патофизиологической

характеристикой ХОБЛ, то по мере прогрессирования обструкции должна нарастать и выраженность клинических симптомов. Действительно, взаимосвязь между выраженностью обструкции и одышкой существует, однако корреляция между ними мало выражена. Так, ОФВ₁ очень слабо коррелирует с выраженностью одышки, переносимостью физических нагрузок и качеством жизни больных ХОБЛ [8]. Более того, клиническое улучшение симптомов ХОБЛ, достигаемое при помощи бронхорасширяющих препаратов, часто не сопровождается какими-либо изменениями ОФВ₁ [5].

Важное значение в диагностике проявлений бронхообструкции имеет исследование биомеханики дыхания. Интерес к ее изучению и практическому использованию вызван тем, что показатели биомеханики дыхания являются объективными в определении функциональных нарушений аппарата внешнего дыхания, так как отражают величины внутрилегочного сопротивления и не зависят от внелегочных факторов, от сотрудничества исследуемого и исследователя. Пока-

затем, объективно характеризующим проходимость бронхов, является бронхиальное сопротивление (БС) — отношение скорости воздушного потока к альвеолярному давлению [3].

Также у больных ХОБЛ кроме бронхиальной обструкции имеет место важное патофизиологическое нарушение — легочная гиперинфляция (ЛГИ) и «воздушная ловушка». ЛГИ — это повышенная воздушность или увеличение объема легких. Диффузная ЛГИ наблюдается при любых обструктивных заболеваниях легких (ХОБЛ, бронхиальная астма, бронхолиты, муковисцидоз и др.). «Воздушная ловушка» — это задержка накопленного газа в любой части легких в фазу выдоха [1]. На компьютерных томограммах высокого разрешения регионы «воздушных ловушек» выглядят как участки меньшей плотности по сравнению с нормальной паренхимой и обычно локализованы в пределах вторичной доли, сегмента, доли или всего легкого, более отчетливо визуализируясь на выдохе. «Воздушную ловушку» принято считать характерным признаком обструктивных заболеваний легких. В пульмонологии эти понятия имеют примерно тот же смысл: легочная гиперинфляция — повышение объемов легких в конце спонтанного выдоха, а «воздушная ловушка» — неполное опорожнение альвеол во время выдоха [9].

Таким образом, данные понятия практически являются синонимами. Но с учетом того, что именно неполное опорожнение альвеол сопровождается повышением объемов легких в конце выдоха, правильнее было бы говорить, что ЛГИ выступает следствием «воздушной ловушки». ЛГИ до определенной поры можно рассматривать как адаптационный механизм, однако в последующем она приводит к неблагоприятным нарушениям, среди которых слабость дыхательных мышц, ограничение нарастания дыхательного объема (ДО) во время физической нагрузки, создание внутриальвеолярного положительного давления в конце выдоха, легочная гипертензия [2, 9].

Отмеченные обстоятельства явились мотивацией к изучению и сопоставлению клинических симптомов хронической обструктивной болезни легких, показателей функции аппарата внешнего дыхания и инспираторно-экспираторной компьютерной томографии высокого разрешения (КТВР), что и стало целью данного исследования.

Материал и методы

В исследование включены 48 больных ХОБЛ и 10 практически здоровых лиц. Оно проведено с соблюдением принципов добровольности, конфиденциальности и защиты прав испытуемых. Все участники исследования дали информированное согласие.

Критерии включения в исследование: клинические проявления бронхиальной обструкции — кашель, выделение мокроты, не связанные с проявлением заболеваний других органов и систем; возраст от 20 до 60 лет; прогрессирующее нарушение легочной вентиляции.

Критерии исключения: клинические проявления бронхиальной обструкции, связанные с заболеваниями других органов и систем; аллергический характер изменений; возраст старше 60 и младше 20 лет.

Клиническую картину заболевания изучали путем сбора жалоб, анамнеза, объективного осмотра во время госпитализации пациентов в клинику пропедевтики внутренних болезней Сибирского государственного медицинского университета (г. Томск). Степень одышки оценивали по шкале Medical Research Council Dyspnea Scale (MRC): 0-я степень — одышка не беспокоит, за исключением очень интенсивной нагрузки; 1-я степень — одышка при быстрой ходьбе или подъеме на небольшое возвышение; 2-я степень — одышка приводит к более медленной ходьбе по сравнению с другими людьми того же возраста или заставляет делать остановки при ходьбе в своем темпе по ровной поверхности; 3-я степень — одышка заставляет делать остановки при ходьбе на расстояние до 100 м или через несколько минут по ровной поверхности; 4-я степень — одышка делает невозможным выходить за пределы дома, возникает при одевании и раздевании. ОФВ₁ получали с помощью прибора Masterlab Pro (Erich Jager, Германия). Его рассчитывали в процентах от должных величин. Показатели биомеханики дыхания записывали путем одновременной регистрации спирограммы и транспульмонального давления (ТПД) на пневмотахографе («Медфизприбор», г. Казань). БС измеряли как отношение альвеолярного давления к скорости воздушного потока.

Плотность легочной ткани рассчитывали во время проведения функциональной КТВР на спиральном одностороннем компьютерном томографе Toshiba Xpress GX, (Япония). Использовалась пошаговая программа КТВР с толщиной среза 1,0 мм, эквивалентная экспозиционная доза составляла 0,09 мЗв. Градиент плотности (ГП) рассчитывали в единицах Хаунсфилда (Hu) как раз-

ницу между определенными показателями плотностей «вдох-выдох». Также изучалась морфологическая картина легких (наличие симптома «воздушных ловушек» — неравномерности вздутия легочной ткани на выдохе как признака бронхообструктивного синдрома).

Согласно критериям GOLD (2006) группы формировали по величине снижения показателя $ОФВ_1$: 0 группа — $ОФВ_1$ не изменен; I группа — $ОФВ_1 \geq 80\%$ от должного; II группа — $50\% \leq ОФВ_1 < 80\%$ от должных значений; III группа — $30\% \leq ОФВ_1 < 50\%$ от должных значений. Все значения $ОФВ_1$ относятся к постбронходилатационным.

Для составления базы данных использовали программу Microsoft Excel 2002. Статистические расчеты выполняли при помощи стандартных алгоритмов биометрии [3]. Вычисляли среднее арифметическое выборочной совокупности M , ошибку среднего арифметического m . Проверку статистических гипотез о наличии значимых различий выборок проводили с помощью непараметрического критерия Манна—Уитни для независимых совокупностей. Различия средних величин считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Поиск взаимосвязи изучаемых величин проводился путем корреляционного анализа. Если величины исследуемых вариационных рядов измерялись с помощью ранговых шкал или один вариационный ряд состоял из количественных величин, а другой — из ранговых, то использовали метод Спирмена. Если переменные изучаемых вариационных рядов являлись количественными величинами, статистические гипотезы о наличии взаимосвязи двух переменных проверялись с помощью теста Кендела для непараметрических выборок. Расчеты выполняли при помощи программы Statistica 6.0 for Windows (StatSoft Ins., США).

Результаты и обсуждение

Клиническая картина у обследованных пациентов выглядела следующим образом. 0 группа — пациенты, у которых показатель $ОФВ_1$ был в норме. В эту группу вошли 10 человек — 5 мужчин и 5 женщин в возрасте от 22 до 60 лет с длительностью заболевания от 1 года до 18 лет. Из них курили 4 человека. Кашель наблюдался у всех пациентов, при этом отхождение мокроты было отмечено у 8 из них: у 4 — слизистой и у 4 человек — гнойной. Одышка отсутствовала у 4 больных, у 5 отмечено наличие одышки 1-й степени, у 1 — 2-й степени. Отеков на голенях, увеличения печени, изменения формы грудной клетки не выявлено. Перкуссия легких: у 9

пациентов определялся легочной звук, у 1 — коробочный. Аускультация: у 4 человек основным дыхательным шумом было везикулярное физиологическое дыхание, у 6 — везикулярное жесткое. У 6 пациентов побочные дыхательные шумы не зарегистрированы, у 4 выслушивались сухие высокие хрипы при форсированном выдохе. Симптом «воздушной ловушки» при проведении инспираторно-экспираторной КТВР выявлен у 5 человек.

В I группу вошли пациенты, у которых вентиляционные нарушения были по обструктивному типу 1-й степени. Эта группа состояла из 9 человек — 5 мужчин и 4 женщин в возрасте от 20 до 60 лет с длительностью заболевания от 4 до 18 лет. Из них курили 5 человек. Кашель наблюдался у всех представителей группы, при этом у 7 из них наблюдалось отхождение мокроты (у 6 — слизистой и у 1 человека — гнойной). Одышка 1-й степени была отмечена у 5 больных, у 3 — 2-й степени, у 1 — 3-й степени. Отеков, увеличения печени не обнаружено. У 1 пациента выявлена бочкообразная форма грудной клетки, у 8 — цилиндрическая. Перкуссия: у 7 человек определялся легочной звук, у 2 — коробочный. Аускультация: у 2 больных основным дыхательным шумом было везикулярное дыхание, у 3 — везикулярное жесткое, у 4 — везикулярное ослабленное. Побочные дыхательные шумы не определялись у 5 человек, у 3 выслушивались сухие высокие хрипы, у 1 — влажные мелкопузырчатые. Симптом «воздушной ловушки» при проведении инспираторно-экспираторной КТВР выявлен у 5 человек.

Во II группе находились пациенты, у которых наблюдались вентиляционные нарушения по обструктивному типу 2-й степени. Эта группа состояла из 11 человек — 6 мужчин и 5 женщин в возрасте от 47 до 60 лет с длительностью заболевания от 2 до 30 лет. Из них курили 5 человек. Кашель наблюдался у всей группы, у 9 человек выявлено отхождение мокроты, у 4 из них слизистой и у 5 — гнойной. Одышка отсутствовала у 1-й больного, у 8 — была одышка 1-й степени, у 2 — 2-й степени. У 2 пациентов зафиксированы отеки голеней, у 3 — увеличение печени. У 6 человек бочкообразная форма грудной клетки, у 5 — цилиндрическая. Перкуссия: у 6 больных определялся легочной звук, у 5 — коробочный. Аускультация: у 1 человека основным дыхательным шумом было везикулярное физиологическое дыхание, у 5 — везикулярное жесткое, у 5 — везикулярное ослабленное. У 2 человек побочные дыхательные шумы не определялись, у 9 — выслушивались сухие высокие хрипы. Симптом «воздушной ловушки» при

проведении инспираторно-эспираторной КТВР выявлен у 6 человек.

В III группе (18 человек) у 12 больных вентиляционные нарушения были по обструктивному типу 3-й степени и у 6 — по смешанному: 1-й степени рестриктивные нарушения и 3-й степени обструктивные. Эта группа состояла из 10 мужчин и 8 женщин в возрасте от 22 до 60 лет с длительностью заболевания от 6 мес до 30 лет. Из них курили 7 человек. Кашель наблюдался у всей группы, при этом у 15 человек выявлено отхождение мокроты, у 10 — слизистой и у 5 — гнойной. По 9 пациентов имели одышку 2-й и 3-й степени. У 1 человека обнаружены отеки голеней, у 8 — увеличение печени. У 12 больных установлена бочкообразная форма грудной клетки, у 6 — цилиндрическая. Перкуссия: у 3 человек определялся легочной звук, у 15 — коробочный. Аскультация: у 1 пациента основным дыхательным шумом было везикулярное физиологическое дыхание, у 9 — везикулярное жесткое, у 8 — везикулярное ослабленное. У 1 человека побочные дыхательные шумы не определялись, у 17 выслушивались сухие высокие и низкие хрипы. Симптом «воздушной ловушки» при проведении инспираторно-эспираторной КТВР выявлен у 3 человек.

Бронхиальное сопротивление у исследованных больных было изменено независимо от выраженности обструктивных нарушений, о наличии и степени которых судили по ОФВ₁. Проходимость бронхов оценивали по величине бронхиального сопротивления. У больных ХОБЛ всех групп БС в среднем было выше, чем в контрольной группе ($p < 0,001$), и составляло в 0 группе ($4,04 \pm 0,49$), в I — ($6,16 \pm 0,89$), во II — ($9,42 \pm 1,48$) и в III — ($11,24 \pm 1,14$) см вод. ст/(л·с). Закономерности изменения ГП по легочным полям позволяли выявить локальные нарушения бронхиальной проходимости и определить степень обструктивных нарушений. Во всех группах этот показатель составлял соответственно ($112,0 \pm 46,5$); ($97,3 \pm 24,0$); ($52,9 \pm 39,4$); ($29,6 \pm 22,6$) Ну. При нормальных значениях ОФВ₁ преобладала функция средних и нижних отделов легких по сравнению с верхними. С развитием обструкции 1-й степени статистически значимо возрастало участие средних и особенно верхних отделов легких в акте дыхания, а нижних, наоборот, снижалось ($p = 0,03$ и $p = 0,04$ соответственно). При дальнейшем нарастании бронхообструкции различия ГП по всем легочным полям постепенно нивелировались. Частота встречаемости симптома «воздушной ловушки» статистически значимо обратно коррелировала со степенью обструктивных

нарушений ($r = -0,31$; $p = 0,0004$). Этот симптом чаще встречался у пациентов в 0 и I группах. При нарастании бронхообструкции частота встречаемости симптома «воздушной ловушки» снижалась, тогда как изменение БС при утяжелении обструктивных нарушений усугублялось.

Заключение

Установлено, что отклонение показателей биомеханики дыхания и инспираторно-эспираторной компью-

терной томографии высокого разрешения являются ранними признаками нарушения бронхиальной проходимости и изменяются, когда ОФВ₁ еще остается в пределах нормы. Однако наличие симптома «воздушной ловушки» определяется не у всех больных ХОБЛ и при утяжелении бронхообструкции частота их выявления снижается. Поэтому представление о «воздушных ловушках» как признаке нарушения бронхиальной проходимости, в частности клапанной обструкции мелких бронхов, по данным собственных исследований, не всегда подтверждалось. Механизм их образования требует дополнительного изучения.

Бронхиальное сопротивление на выдохе было повышено у всех больных с нормальными показателями ОФВ₁, и степень его повышения в среднем соответствовала нарастанию клинических проявлений ХОБЛ. Полученные данные позволяют отнести исследование биомеханики дыхания к наиболее информативным методам ранней диагностики бронхообструктивных нарушений.

Литература

1. Авдеев С.Н. Легочная гиперинфляция у больных ХОБЛ //

Сведения об авторах

Э.В. Эккардт — врач-терапевт консультативного и лечебно-диагностического центра СибГМУ, соискатель кафедры пропедевтики внутренних болезней СибГМУ (г. Томск).

Для корреспонденции

Эккардт Эльвира Виллиевна, тел. 8-903-915-5509.

- Атмосфера. Пульмонология и аллергология. 2006. № 2. С. 11—16.
2. Авдеев С.Н., Чучалин А.Г. Хроническая обструктивная болезнь легких. М.: 1998. 249 с.
 3. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебное пособие для биологических специальностей вузов: 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
 4. Леценко И.В. Глобальная инициатива по хронической обструктивной болезни легких 2006: значение длительно действующих бронходилататоров // *Consilium medicum*. 2007. Т. 9, № 10. С. 10—13.
 5. Тетенев Ф.Ф., Бодрова Т.Н. Исследование функции аппарата внешнего дыхания: учебное пособие для студентов медицинских вузов. Томск: Изд-во «Печатная мануфактура», 2008. 164 с.
 6. Черняк А.В. Бронходилатационный тест у больных хронической обструктивной болезнью легких // Пульмонология. 2003. № 1. С. 51—56.
 7. Чучалин А.Г. Хронический обструктивный бронхит (определение, этиология, патогенез, клиническая картина, лечебная программа) // Тер. архив. 1997. Т. 69, № 3. С. 5—9.
 8. Ellis S.M., Walker A., Felrath J.-M. et al. The use objective CT measurements of emphysema to develop a composite functional index // *Eur. Radiol*. 2002. 12. P. 275.
 9. Madani A., Keyzer C., Gevenois P.A. Computed tomography assessment of lung structure and function in pulmonary emphysema // *Eur. respiratory Monograph*. 2004. P. 145—160.

Поступила в редакцию 20.11.2010 г.

Утверждена к печати 17.03.2010 г.