

КЛИНИЧЕСКАЯ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Г. О. БАДАЛЯН

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ  
БРОНХИАЛЬНОЙ ПРОХОДИМОСТИ В КЛИНИКЕ

Начало изучения проблемы бронхиальной проходимости относится к середине прошлого столетия, когда Лонже (Longet [20]) и Генле (Henle [18]) указали на активные сократительные свойства бронхов. В последующем более обстоятельное изучение анатомофизиологических особенностей трахеобронхиального дерева показало, что оно не является пассивным проводником воздуха, не влияющим на легочную вентиляцию. Стало очевидным, что в осуществлении процессов легочной вентиляции определенная роль принадлежит проходимости воздухоносных путей.

При нормальной проходимости бронхов, без существенного вакуума в альвеолах при вдохе и небольшого повышения давления в них при выдохе, воздух быстро перемещается в сторону более низкого давления. Согласно данным А. Г. Гинецинского [3], разница между внутриальвеолярным и атмосферным давлением при свободном дыхании не превышает 2 мм ртут. столба. При нарушении же бронхиальной проходимости, одновременно с выраженным замедлением скорости воздушного потока по дыхательным путям, внутриальвеолярное давление резко возрастает (К. А. Щукарев [9]). Альвеолярное давление, скорость воздушного потока и диаметр воздухоносных путей—тесно связанные между собой величины. Зная величину внутриальвеолярного давления при дыхании и скорость движения воздуха по дыхательным путям, можно определить состояние бронхиальной проходимости.

В 1927 году Неергард и Вирц (Neergaard, Wirz [23]) с целью определения бронхиальной проходимости предложили измерять величину внутриальвеолярного давления при вдохе и выдохе путем записи внутриплеврального давления. Они у двух больных произвели одновременную графическую регистрацию внутриплеврального давления и скорости воздушного потока. Для суждения о величине альвеолярного давления из внутриплеврального давления, определяемого посредством пункции, вычитывалось давление, создаваемое эластической тягой легочной ткани. Последнее определялось в момент дыхательной паузы в условиях выравнивания внутриплеврального и атмосферного давления, когда внутриплевральное давление создается эластическим напряжением легочной ткани. На основании соотношения альвеолярного давления и скорости

воздушного потока авторы делали клиническое суждение о состоянии бронхиальной проходимости. Этот метод довольно точен, однако для записи внутриплеврального давления необходима плевральная пункция, что не безразлично для больного. Опасность развития пневмоторакса и прочих осложнений исключает возможность применения этого метода в клинических условиях, почему он и не получил распространения.

Указанные недостатки метода Неергарда и Вирца послужили причиной поисков других методов исследования альвеолярного давления для характеристики бронхиальной проходимости. К ним относится определение внутрипищеводного давления. Борден и соавторы (Borden, Wilson, Ebert and Wells [10]), Виттенбергер (Whittenberger [25]), Дорнгорст и Лисерт (Dornhorst, Lcathart [12]), Фрей с сотрудниками (Fry, Ebert, Stead [13]) установили, что внутрипищеводное давление соответствует внутригрудному давлению и между их показателями существует определенный параллелизм. На этом основании была предложена методика определения альвеолярного давления посредством измерения внутрипищеводного давления.

Нами производилось исследование внутрипищеводного давления у 15 здоровых, испытуемых в возрасте от 19 до 37 лет. Регистрация внутрипищеводного давления с одновременной записью пневмограммы производилась следующим образом. Испытуемый проглатывал тонкий желудочный зонд. На кончике зонда имелся резиновый баллончик, который помещался над кардией. Другой конец зонда включался в U-образную трубку с ртутью, на которой находился поплавок. К поплавку было подключено перо, регистрирующее на барабане кимографа колебание внутрипищеводного давления, вычисляемое в мм рт. ст. Перед исследованием путем нагнетания небольшого количества воздуха в системе создавалось некоторое давление.

Анализ кривых внутрипищеводного давления здоровых людей с нормальной проходимостью бронхов показал, что во время свободного вдоха внутрипищеводное давление падает на 1,5—2 мм ртутного столба, а в фазу выдоха повышается на такие же величины. У больных с пневмосклерозом и эмфиземой легких (5 наблюдений) в результате нарушения бронхиальной проходимости внутрипищеводное давление во время вдоха в среднем падало на 9 мм ртутного столба, с колебаниями от 5 до 16 мм, а во время выдоха в среднем повышалось на 14 мм ртутного столба, с колебаниями от 9 до 27 мм. Как у здоровых, так и в особенности у больных, при регистрации внутрипищеводного давления отмечались дополнительные зубцы вне ритма дыхательных движений, что искажало кривую и затрудняло ее расшифровку.

На основании собственных наблюдений мы могли убедиться, что определение внутрипищеводного давления имеет целый ряд существенных недостатков. Во-первых, заглатывание зонда вызывает многообразные рефлекторные реакции: тошноту, рвоту и т. п. Помимо неблагоприятных субъективных ощущений резко усиливается собственная моторика пищевода. Во-вторых, сильное раздражение системы блуждающего нер-

ва, его многочисленных рецепторов, широко представленных в пищевод, не может не вызвать общие ваготонические реакции организма, что само по себе влияет на бронхиальную проходимость, суживая бронхи.

Для суждения о внутриальвеолярном давлении Б. Е. Вотчал и Т. И. Бибикова [1] использовали клинический феномен втяжения межреберных промежутков при вдохе и выпячиваниях их при выдохе<sup>1</sup>.

Бесспорным преимуществом данного метода является его безопасность и легкость исследования. Однако значительная вариабельность строения грудной клетки, особенно мягких тканей, степень их выраженности оказывают большое влияние на результаты исследования. Это затрудняет также сопоставление результатов исследования у различных лиц. Другим недостатком метода является отсутствие точной количественной характеристики изменений внутригрудного давления. Вследствие этих недостатков эта доступная и необременительная для исследуемого методика не нашла широкого применения в клинике.

Принимая во внимание трудности, связанные с определением альвеолярного давления, многие исследователи для определения бронхиальной проходимости предложили исследовать скорость воздушного потока по дыхательным путям при форсированном дыхании. В настоящее время скорость движения воздуха по воздухоносным путям при форсированном дыхании определяется при помощи трех методов: 1) вычисления отношения максимальной вентиляции легких (МВЛ) к жизненной емкости легких (ЖЕЛ), 2) исследования форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ), 3) пневмотахометрии.

Определение отношения МВЛ к ЖЕЛ. Под МВЛ понимается то наибольшее количество воздуха, которое может быть провентилировано через легкие в одну минуту при максимально глубоком и частом дыхании. Она определяется двумя показателями: объемным—глубиной дыхания и частотным—ритмом дыхания. МВЛ может уменьшаться при снижении ЖЕЛ, а также скорости дыхательных движений или комбинации этих двух явлений. Вследствие этих сложных взаимоотношений низкие цифры МВЛ не вскрывают причин ее уменьшения. Снижение МВЛ может идти параллельно с уменьшением ЖЕЛ. Сопоставление МВЛ к ЖЕЛ позволяет вскрыть закономерности нарушения вентиляторной функции.

Генслер (Gaensler [14]), Кеннеди (Kennedi [19]), М. С. Шнейдер [7, 8], С. Н. Соринсон [5], Б. Е. Вотчал и М. С. Шнейдер [2] и другие показали, что при нормальной проходимости бронхов, независимо от величины МВЛ, «вентиляционная емкость» на литр ЖЕЛ остается неизменной. При нарушении бронхиальной проходимости «вентиляционная емкость» заметно уменьшается. Отношение МВЛ и ЖЕЛ, полученное при делении показателей МВЛ (в литрах) на 1 л ЖЕЛ, Генслером было названо «показателем скорости движения воздуха» (ПСДВ).

<sup>1</sup> Методику исследования см. Б. Е. Вотчал и Т. И. Бибикова. Клиническая медицина, 1949, № 1, стр. 19.

ПСДВ исследованы нами у 271 практически здорового лица обоего пола в возрасте от 17 до 72 лет. Производя трехкратные исследования объема МВЛ, выраженной в литрах, мы обнаружили заметные колебания ее показателей у одних и тех же лиц, достигающие нередко до 20—30, а в отдельных случаях до 40 и более литров. Отсюда становится очевидным, что диапазон методических ошибок ПСДВ очень большой, что обусловлено многими причинами (неодинаковая частота и глубина дыхания, утомляемость и пр.). Второй, не менее существенный недостаток данного метода заключается и в том, что колебания ПСДВ у практически здоровых лиц очень велики, от 15,0 до 45,7 литров.

Если рассмотреть зависимость ПСДВ от возраста, то выяснится некоторая закономерность. Так, например, наиболее высокие показатели скорости движения воздуха отмечались в возрасте 20—29 лет. У мужчин данной возрастной группы средний ПСДВ составлял 29,1 л с колебаниями от 19,0 до 36,9 л, а у женщин—31,7 л, с колебаниями от 22,6 до 42,7 л. С возрастом средние ПСДВ как у мужчин, так и у женщин постепенно уменьшаются. У лиц мужского пола в возрасте 60 и более лет средний ПСДВ был равен 24,3 л с колебаниями от 18,4 до 31,9 л, а у женщин—25,0 л с колебаниями от 15,9 до 31,7 л.

Учитывая большой предел колебаний нормальных ПСДВ у здоровых лиц, а также большой диапазон методических ошибок у одного и того же исследуемого при повторных исследованиях, мы не можем признать вычисление отношения МВЛ к ЖЕЛ ценным методом исследования бронхиальной проходимости.

Форсированная жизненная емкость легких. Впервые на возможность определения бронхиальной проходимости путем сопоставления показателей обычной и форсированной ЖЕЛ указал Б. Е. Вотчал [1]. Им было установлено, что у здоровых лиц разница величин ЖЕЛ, измеренной при спокойном и форсированном выдохе (за 2 сек.) не превышает 200—300 мл, в то время как у больных эмфиземой легких и диффузным пневмосклерозом она может достигать 1,5—2 л. Такое несоответствие величин обычной и форсированной ЖЕЛ автором расценивалось как следствие нарушения бронхиальной проходимости. Вслед за Б. Е. Вотчалом, как в нашей стране, так и за рубежом, многие исследователи также показали, что при сопоставлении показателей обычной и форсированной ЖЕЛ можно судить о состоянии бронхиальной проходимости (Тифно, Буссер и Дрютель (Tiffeneau, Bousser, Drutel [24]), Кордые, Рош и Тиволе (Cordier, Roche, Thivollet [11]), Я. Н. Доценко [4], М. С. Шнейдер [7, 8] и др.).

Обычная и форсированная ЖЕЛ определена нами более чем у 500 практически здоровых лиц обоего пола в возрасте от 17 до 75 лет<sup>1</sup>. Проводя многократные исследования (3—6 раз) ФЖЕЛ, мы обнаружили очень небольшие колебания ее показателей у одних и тех же лиц (до 5—

<sup>1</sup> Устройство прибора и методика исследования см. Г. О. Бадалян. Терапевтический архив. 1961, № 6, стр. 18.

6%), в отличие от определения бронхиальной проходимости путем вычисления отношения МВЛ к ЖЕЛ, где эта разница доходила до 30 и более процентов. Маленький диапазон методических ошибок при повторных исследованиях свидетельствует об объективности исследования бронхиальной проходимости методом ФЖЕЛ.

До настоящего времени нет единого мнения о том, за какой промежуток времени наиболее целесообразно измерять величину ФЖЕЛ: Тифно, Буссер и Дрютель, Кордые, Рош и Тиволле, Генслер, М. С. Шнейдер, Б. С. Шкляр и И. С. Высоцкий—за 1 секунду, Б. Е. Вотчал, Нидгем, Роген и Мак Дональд (Needham, Rogan, Mc Donald [22])—за 2 секунды, а Мекл, Кубичек и Шрамск (Mecl, Kubicek, Strámek [21])—за 3 секунды.

При исследовании ФЖЕЛ Генслер [15] у нескольких здоровых произвел максимально быстрый форсированный выдох через стенозированные трубки. Посредством диафрагмы просвет трубки спирометра менялся от 20 до 4 мм. По мере увеличения стеноза общая ЖЕЛ оставалась без изменений, вплоть до 4 мм. При форсированном выдохе через стенозированное отверстие наблюдалось заметное уменьшение объема выдохнутого воздуха за первую секунду, в то время как за вторую и особенно третью секунду исследуемый «подгонял» объем выдохнутого воздуха. Стенозирование отверстия больше проявлялось за первую секунду форсированного выдоха, почему и Генслер пришел к выводу, что более точным показателем форсированного выдоха является первая секунда. Гандевия и Прим (Gandevia, Prime [16]), М. С. Шнейдер также показали, что при небольшой степени искусственного стеноза в течение 3 секунд исследуемый может выдохнуть такое же количество воздуха, как при свободном выдохе. Отчетливая разница, по их мнению, получается при сопоставлении данных первой секунды.

У 24 здоровых испытуемых в возрасте 20—35 лет и 15 больных с бронхиальной астмой и пневмосклерозом мы произвели исследование форсированного выдоха через стенозированные трубки с диаметром от 7 до 3 мм. Сопоставляя данные форсированного выдоха через стенозированные трубки за 1, 2, 3 сек. по отношению к общей величине ЖЕЛ у здоровых и больных с бронхиальной астмой и пневмосклерозом, мы также убедились, что наиболее ощутима разница между указанными величинами за первую секунду. На этом основании мы считаем более целесообразным определить объем выдохнутого воздуха за одну секунду форсированного выдоха.

Наши исследования показали, что при нормальной проходимости бронхов за первую секунду форсированного выдоха обследуемые в среднем выдыхали 84% ЖЕЛ с колебаниями от 70 до 97%. Низкие показатели ФЖЕЛ за одну секунду (70—75%) чаще наблюдались у лиц пожилого возраста, а также у некоторых молодых с большой фактической ЖЕЛ, заметно превышающей должные величины.

Таким образом, было установлено, что в норме здоровые исследуемые за одну секунду форсированного выдоха должны выдохнуть не менее 73% ЖЕЛ. У пожилых и у молодых лиц с большим объемом факти-

ческой ЖЕЛ нижней границей нормы ФЖЕЛ можно считать 70% ЖЕЛ.

Если лица с нормальной проходимостью бронхов за первую секунду форсированного выдоха выдыхают в среднем 83% ЖЕЛ, то мы этого не можем сказать в отношении лиц, страдающих нарушением бронхиальной проходимости. 49 больных с пневмосклерозом и эмфиземой легких за первую секунду форсированного выдоха в среднем выдохнули 50,7%, с колебаниями от 20,8 до 73,3% всей ЖЕЛ, а 27 больных с бронхиальной астмой 46,1%, с колебаниями от 22,7 до 76,4%. Такая заметная против нормы разница между показателями обычной и форсированной (за 1 секунду) ЖЕЛ свидетельствует о нарушении бронхиальной проходимости, и чем больше разница между указанными величинами, тем больше нарушена бронхиальная проходимость.

Пневмотахометрия. Б. Е. Вотчал и Хадорн (Hadorн [17]) независимо друг от друга разработали методику пневмотахометрии, которая заключалась в определении мощности (максимальной скорости) воздушной струи при выдохе и вдохе, выраженной в литрах в секунду (л/сек.).

Б. Е. Вотчал и Т. И. Бибилова провели пневмотахометрическое исследование у 46 здоровых. Мощность выдоха у здоровых мужчин была равна 5—8 л/сек, у женщин—4—6 л/сек. У всех здоровых мощность выдоха была больше мощности вдоха или по крайней мере равна ей. У больных эмфиземой легких и пневмосклерозом скорость воздушного потока уменьшилась, а соотношение между вдохом и выдохом изменялось. Во всех случаях сила выдоха была меньше силы вдоха. Авторами было показано, что по величине показателей пневмотахометрии можно судить о состоянии проходимости воздухоносных путей.

Пневмотахометрия нами произведена у 315 здоровых лиц обоего пола в возрасте от 18 до 75 лет<sup>1</sup>. Наши исследования показали, что диапазон колебаний мощности выдоха у здоровых лиц очень велик (от 2,1 до 8,1 л/сек). Широкий диапазон колебаний абсолютных величин мощности выдоха в норме свидетельствует о необходимости определить так называемую должную величину показателя мощности выдоха, которая должна была быть у данного обследуемого при условии нормальной проходимости бронхов.

В основу определения должных величин мощности выдоха мы взяли величину фактической ЖЕЛ, так как между показателями ЖЕЛ и мощностью выдоха, как показали наши наблюдения, существуют определенные взаимоотношения. Так, например, у мужчин с ЖЕЛ от 2,0 до 3,0 л мощность выдоха в среднем была равна 3,3 л/сек, у женщин—3,2 л/сек. У лиц мужского пола, при ЖЕЛ от 3,0 до 4,0 л, средняя величина мощности выдоха равна 4,3 л/сек, а у женщин—3,9 л/сек. Высокие показатели мощности выдоха нами получены у лиц с ЖЕЛ от 5,0 до 6,0 и более литров. Мощность выдоха у мужчин этой группы в среднем была равна 6,6 л/сек, а у мужчин с ЖЕЛ 6,0 и более литров—7,5 л/сек.

<sup>1</sup> Устройство пневмотахометра и методика исследования см. Б. Е. Вотчал и Т. И. Бибилова. Клиническая медицина, 1949. № I, стр. 19.

Для расчета должных величин мощности выдоха мы предлагаем фактическую величину ЖЕЛ данного обследуемого умножить на 1,2 (цифра 1,2 получена эмпирически на значительном числе исследований). Для определения состояния бронхиальной проходимости следует фактическую величину мощности выдоха сопоставить с должной и эту разницу выразить в процентах. У лиц с нормальной проходимостью бронхов фактическая величина мощности выдоха по отношению к должной бывает выше 85% (норма 100%, с колебаниями  $\pm 10-15\%$ ). У лиц же с нарушением бронхиальной проходимости разница между показателями фактической и должной величины мощности выдоха бывает ниже 85%, и чем меньше указанный процент, тем больше нарушена бронхиальная проходимость.

Резюмируя вышеизложенное, мы приходим к заключению, что в настоящее время среди предложенных методов исследования бронхиальной проходимости наиболее объективными и наименее обременительными для больного являются: графическая регистрация обычной и форсированной ЖЕЛ и пневмотахометрия.

Пропедевтическая и факультетская  
терапевтическая клиника  
Ереванского медицинского института

Поступило 30.V 1961 г.

Գ. Հ. ՔԱԴԱՅԱՆ

ԲՐՈՆԽԻԱԼ ԱՆՅԱՆԵԼԻՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՀԱՄԵՄԱՏԱԿԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ԿԼԻՆԻԿԱՅՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Առողջների և թոքերի ոչ սպեցիֆիկ խրոնիկական հիվանդությամբ տառապողների բրոնխիալ անցանելիությունն ուսումնասիրված է հետևյալ մեթոդների օգնությամբ. 1) ներորկորային ճնշման չափում, 2) թոքերի մաքսիմալ օդափոխության և կենսատարողության հարաբերության հաշվում, 3) թոքերի արագացրած կենսատարողության ուսումնասիրություն, 4) պնևմոտախոմետրիա:

Մեր դիտողությունների հիման վրա մենք հանգում ենք այն եզրակացության, որ բրոնխիալ անցանելիության ուսումնասիրության վերաբերյալ առաջադրված մեթոդների շարքում առավել օբյեկտիվ և հիվանդի համար նվազ անհանգստացնող մեթոդը թոքերի կենսատարողության սովորական և արագացրած գրանցումն ու պնևմոտախոմետրիան են:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Вотчал Б. Е., Бибикова Т. И. Клин. мед., 1949, 1, стр. 19.
2. Вотчал Б. Е., Шнейдер М. С. Клин. мед., 1959, 3, стр. 9.
3. Гинецинский А. Г. В кн.: А. Г. Гинецинский и А. В. Лебединский. Основы физиологии человека и животных., Л., 1947, стр. 235

4. Доценко Я. Н. Анализ острых и хронических поражений дыхательных путей у военнослужащих с позиций нарушений бронхиальной проходимости. Дисс., М., 1955.
5. Соринсон С. Н. Тер. арх., 1958, в. 4, стр. 17.
6. Шкляр Б. С. и Высоцкий И. С. В сборнике научных трудов Винницкого медицинского института. Винница, 1957, стр. 3.
7. Шнейдер М. С. Клин. мед., 1957, 7, стр. 66.
8. Шнейдер М. С. Клин. мед., 1957, 12, стр. 81.
9. Щукарев К. А. Труды 13-го Всесоюзного съезда терапевтов, Л., 1949, стр. 226.
10. Borden C. W., Wilson R. H., Ebert R. V. and Wills H. S. Am. J. med. 1950, v. 8, p. 701.
11. Cordier D., Roche L. et Thivollet J. Lyon med. 1950, v. 26, p. 417.
12. Dornhorst A., Leathart G. Lancet, 1952, v. 2, p. 109.
16. Fry D., Ebert R., Stead N. a. oth. Am. J. Med., 1954, v. 16, p. 80.
14. Gaensler E. Am. Rev. Tubere., 1950, v. 62, p. 17.
15. Gaensler E. Am: Rev. Tubere., 1951, v. 64, p. 256.
16. Gandevia B., Prime F. Thorax, 1957, v. 12, p. 358.
17. Hadorn W. Ztschr. klin. Med., 1942, Bd. 140, s. 266.
18. Henle. Цит. по А. Я. Цигельнику. Бронхоэктатическая болезнь. 1948, стр. 28.
19. Kennedi M. Thorax, 1953, v. 8, p. 73.
20. Longet. Цит. по А. Я. Цигельнику. Бронхоэктатическая болезнь, 1948, стр. 28.
21. Mecl A., Kubicek Y., Stramek Y. Cas. lek. ces., 1954, v. 93, p. 355.
22. Needham C., Rogan M., McDonald Y. Thorax, 1954, v. 9, p. 313.
23. Neergaard K., Wirz K. Ztschr. klin. Med., 1927, Bd. 105, s. 51.
24. Tiffenean R., Bousser Y., Drutel P. Paris, Med., 1949, v. 39, p. 543.
25. Whittenberger I- L. Transactions of the National Tuberculosis Association, 1952. to be published.