

А. М. Марин

К МЕТОДИКЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТАТИЧЕСКИХ ОБЪЕМОВ ЛЕГКИХ

В связи с широким внедрением современных методов функционального исследования в медицинскую практику, определение ФОЕЛ*, ОВ и ОЕЛ при диагностике ряда легочных заболеваний (эмфизема, хронический бронхит, туберкулез и др.) приобретает важное значение. Однако наиболее распространенная методика спирографического исследования по так называемому закрытому способу не лишена недостатков технического и методического [3] характера, что обуславливает получение менее точных результатов, чем при применении более сложного, но сравнительно более точного плетизмографического способа [1, 2]. Целью настоящей работы является изыскание физиологических приемов повышения диагностической значимости и точности спирографического определения статических легочных объемов (ФОЕЛ, ОВ, ОЕЛ).

Исследование ФОЕЛ по закрытому способу основано на снижении концентрации контрольного газа** в определенном объеме смеси с воздухом (смесь готовится в спирографе), при разведении смеси воздухом ФОЕЛ исследуемого. При этом уменьшение концентрации прямо пропорционально исходной концентрации контрольного газа и объему ФОЕЛ и обратно пропорционально исходному объему воздушно-газовой смеси. Рассчитывают ФОЕЛ по формуле:
$$\text{ФОЕЛ} = \frac{V \cdot C_{\text{исх.}} - C_{\text{кон.}}}{C_{\text{кон.}}}$$
, где V — объем воздушно-газовой смеси, $C_{\text{исх.}}$ — исходная и $C_{\text{кон.}}$ — конечная концентрация контрольного газа. Из полученной таким образом ФОЕЛ вычитают РОВыд, в результате чего находят величину ОВ. Сумма ОВ и ЖЕЛ составляет ОЕЛ.

Согласно инструкции к широко используемому в медицинской практике аппарату ПООЛ-1, спирографические показатели и статические объемы легких исследуются по отдельным методикам. При этом уменьшение концентрации гелия учитывают при режиме спокойного дыхания исследуемого в спирограф, затем однократно регистрируют РОВыд. Однако воспроизводимые результаты достигаются лишь при трехкратной регистрации РОВыд. Как и ЖЕЛ, этот показатель при повторных регистрациях нередко на 200—400 мл превышает результат начальной пробы.

Проведенные ранее исследования [3] показали, что у части больных спирография в режиме спокойного дыхания не обеспечивает полного смешивания воздуха ФОЕЛ с воздушно-гелиевой смесью. В результате по общепринятой методике статические объемы легких у таких больных исследуются не полностью. Эффективность смешивания, однако, увеличивается при выполнении больными глубоких дыханий. Следует также отметить, что упомянутые отдельные методики исследования спирографических показателей и статических объемов легких по выполняемым операциям во многом совпадают (табл. 1).

Для устранения отмеченных недостатков отдельных методик, нами разработана совмещенная методика комплексного исследования внешнего дыхания, при которой обычная спирография и легочные объемы (ФОЕЛ, ОВ, ОЕЛ) исследуются одновременно. При этом перечисленные в табл. 1 повторяющиеся операции выполняются однократно, пациент к спирографу подключается на дыхание воздушно-гелиевой смесью, но запись дыханий по пункту «спирография» приводится в следующем порядке: 1) регистрируют спокойное дыхание пациента до установления ежеминутного спада концентрации контрольного газа в системе «спирограф — легкие» на минимальном уровне (0,02 %) в течение 2—3 мин; 2) регистрируют ЖЕЛ, ОФВ (трехкратно с 0,5 мин интервалом между

* ЖЕЛ — жизненная, ФОЕЛ — функциональная остаточная и ОЕЛ — общая емкости легких, РОВыд — резервный объем выхода, ОВ — остаточный воздух, ОФВ — объем форсированного выдоха, МВЛ — максимальная вентиляция легких.

** В качестве контрольного газа используют: в аппаратах ПООЛ-1 — гелий, А-1 — азот, «КСЕНОН» — ксенон.

попытками) и МВЛ (однократно в течение 20 с), продолжая при этом учитывать концентрацию контрольного газа в конце каждой минуты; 3) если в результате выполнения функциональных проб дополнительного (превышающего минимальный уровень) уменьшения концентрации контрольного газа не наблюдается, пациента переводят на дыхание внешним воздухом и исследование заканчивают. При наличии дополнительного спада, его регистрируют до повторного установления на минимальном уровне в течение 2—3 мин.

Таблица 1

Характеристика отдельных методик исследования спирографических показателей и статических объемов легких по выполняемым операциям

Методики	Регистрация сведений о больном	Подготовка к исследованию	Приготовление воздушно-гелиевой смеси	Подключение пациента к спирографу	Спирография	Отключение пациента	Проветривание прибора
Спирография	+	+	—	+	+	+	+
Исследование статических объемов легких	+	+	+	+	+	+	+

Описанная методика апробирована у 58 здоровых мужчин и 880 шахтеров с заболеваниями легких пылевой этиологии (хронический пылевой бронхит, эмфизема, пневмокониоз). Исследования выполнены с помощью прибора ПООЛ-1, состоящего из спирографа СГ-1М и анализатора контрольного газа (гелия) ТП-1120.

Апробация совмещенной методики показала, что предусмотренная в ней трехкратная регистрация РОВыд у 61 % обследованных позволила более точно исследовать этот показатель. При повторных регистрациях ЖЕЛ у этих лиц РОВыд оказался на 100—400 мл большим, чем при первичной его записи на диаграммную ленту. Это в свою очередь дало возможность получить более правильное представление о величинах ОВ и ОЕЛ. При расчете по формулам ($ОВ = ФОЕЛ - РОВыд$ и $ОЕЛ = ОВ + ЖЕЛ$) эти показатели на величину различия в результатах РОВыд находились меньшими.

Выполнение функциональных проб по п. 2 совмещенной методики у 40 % больных хроническим бронхитом и у 21 % больных пневмокониозом сопровождалось дополнительным уменьшением концентрации гелия, которое, однако, отсутствовало в группе здоровых лиц. В случаях проявления такого спада концентрации ее конечные уровни учитывались дважды — по результатам до выполнения функциональных проб ($C^1_{кон.}$) и после них ($C^2_{кон.}$). Вычисленная по разнице между $C^2_{кон.}$ и $C^1_{кон.}$ абсолютная величина спада колебалась от 0,02 % до 0,2 % и, как правило, находилась в прямой зависимости от тяжести клинической картины заболевания.

При объяснении описанного феномена дополнительного спада мы исходим из того, что у больных при спокойном дыхании часть легочного объема в виде ателектазов, воздушных кист, бронхоэктазов, каверн и т. п., будучи обтурированным мокротой или деформированной стенкой бронхов, не вентилируется и в газообмене не участвует. Однако он раскрывается и вентилируется при выполнении глубоких вдохов — выдохов, в частности при выполнении функциональных проб — ЖЕЛ, ОФВ, МВЛ. В пользу такого объяснения свидетельствуют данные о существенном превалировании у легочных больных внутригрудного объема над ФОЕЛ [1, 2].

В связи с изложенным мы считали правомерным в случаях дополнительного спада в приведенную формулу расчета ФОЕЛ подставлять значение $C^2_{кон.}$. Это позволило получить более полные данные о количественном содержании воздуха в легких по показателям статических легочных объемов (ФОЕЛ, ОВ, ОЕЛ), о наличии и степени эмфиземы легких.

Конечная концентрация гелия до выполнения проб ($C^1_{кон.}$) использовалась нами для определения ФОЕЛ₁, ОВ₁, ОЕЛ₁. По разнице между ФОЕЛ и ФОЕЛ₁ (ОВ и ОВ₁,

ОЕЛ и ОЕЛ₁) определяли объем легких, который обусловил дополнительный спад концентрации гелия и вентилировался лишь при глубоких дыханиях. Этот показатель назван нами невентилируемым объемом покоя — НОП.

Величина НОП у различных больных колебалась от 100 до 500 мл и у больных бронхитом, осложненным эмфиземой (табл. 2), в среднем составила 287 ± 28 мл, а у

Таблица 2

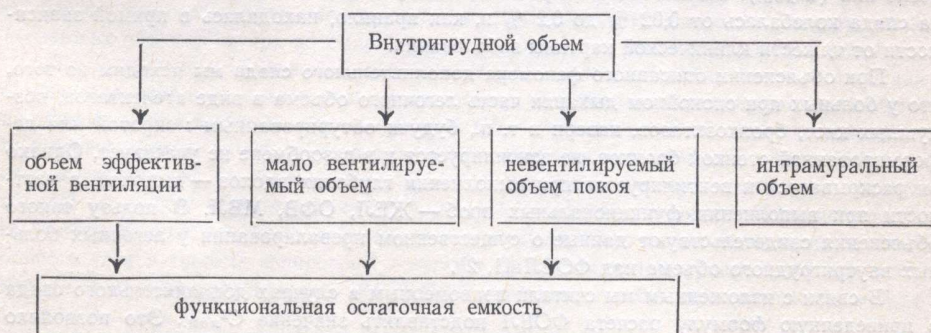
Показатели ФОЕЛ, ОВ и ЕОЛ у больных по результатам конечных концентраций гелия до (1) и после регистрации (2) на спирограмме ЖЕЛ, ОФВ и МВЛ (верхняя строка $\bar{X}$, нижняя — $S\bar{x}$ в миллилитрах или процентах)

Группа обследованных	ФОЕЛ		ОВ		ЕОЛ		НОП	ОВ/ЕОЛ		разница
	1	2	1	2	1	2		1	2	
Хронический бронхит	3753	4040	3015	3302	5954	6240	287	50,0	52,3	2,3
	122	128	122	120	146	147	28	1,4	1,5	0,23
Пневмокониоз	3125	3280	2046	2201	6053	6208	155	33,8	35,3	1,5
	128	140	132	144	150	146	23	2,1	2,1	0,18

больных пневмокониозом — 155 ± 23 мл. Следовательно, с учетом дополнительного спада концентрации статические легочные объемы у этих больных определялись большими на величину НОП. Это различие отчетливо отмечается и по отношению ОВ к ЕОЛ: после выполнения глубоких дыханий у больных бронхитом оно больше на $2,3 \pm 0,23$ % ($t=10,0$; $p<0,001$), а у больных пневмокониозом — на $1,5 \pm 0,18$ % ($t=8,3$; $p<0,001$).

Следует отметить, что отмеченное увеличение вентилируемого объема легких после глубоких дыханий имеет отношение не только к вопросам функциональной диагностики заболеваний. Эти данные важно также учитывать при проведении лечебной гимнастики, ингаляционного и других способов терапии. В этой связи заслуживают внимания результаты, полученные П. Каназирски и др. [5]: после применения атропина у больных туберкулезом легких, осложненным эмфиземой, вместо ожидавшегося снижения ОВ наступило его увеличение. Исходя из наших результатов, это увеличение могло быть обусловлено спазмолитическим эффектом, приводившим к дополнительному раскрытию дыхательной поверхности легких, которая до применения атропина была закупоренной и общепринятой методикой не определялась.

С учетом литературных данных [1, 2, 6] и полученных результатов, в структуре внутригрудного объема у больных можно выделить следующие фракции:



Проводимые лечебные мероприятия должны быть направлены на увеличение первого объема за счет уменьшения остальных. У здоровых функциональная емкость соответствует внутригрудному объему.

Выявл
определе
и плетизмо

Таким
деления ста
вать два ва
внешнего д
раз с интер
2) концентр
сочетании с

1. Канаев Б. по пульс...
2. Кузнецов... определе... вопросы... зиологии...
3. Марин А. и оценки...
4. Гарбиньс... ва, 1967, с...
5. Каназирс... применен...
6. Schiraisch... the heli... Res. Inst.

Дон
гигиены тру

дополнительный спад кон-
центраций. Этот показатель наз-
ывается дополнительным спадом
концентрации (ДСК) и у больных
составила 287 ± 28 мл, а у

Таблица 2
Конечных концентраций
ЖЕЛ, ОФВ и МВЛ
(в процентах)

НОП	ОВ/ОЕЛ		разни- ца
	1	2	
287	50,0	52,3	2,3
28	1,4	1,5	0,23
155	33,8	35,3	1,5
23	2,1	2,1	0,18

м дополнительного спа-
да определялись большими
отношению ОВ к ЕОЛ:
больше на $2,3 \pm 0,23$ %
8 % ($t=8,3$; $p<0,001$).
го объема легких после
иональной диагностики
и лечебной гимнастики,
вают внимания резуль-
тата у больных ту-
бериоза снижением ОВ насту-
пало могло быть обуслов-
лено раскрытию дыха-
тельных закупоренной и
ультратов, в структуре
функции:

интрамуральный
объем

на увеличение пер-
сональная емкость со-

Выявление интрамурального объема, в частности воздушных кист, представляет определенные трудности [4]. Он может определяться при сочетании газометрического и плетизмографического способов исследования.

Таким образом, для повышения диагностической информативности и точности определения статических легочных объемов газометрическим способом, необходимо учитывать два важных физиологических момента: 1) физиологически лабильные показатели внешнего дыхания, в том числе резервный объем выдоха регистрировать не менее трех раз с интервалом 0,5 мин между попытками при учете максимального результата; 2) концентрацию контрольного газа учитывать как при спирографии в покое, так и в сочетании с функциональными пробами — ЖЕЛ, ОФВ и МВЛ.

Литература

1. Канаев Н. Н. Функциональные методы исследования дыхания. — В кн.: Руководство по пульмонологии. Л.: Медицина, 1978, с. 80—87.
2. Кузнецова В. К. Диагностические возможности метода общей плетизмографии для определения статических легочных объемов. — В кн.: Организационные и методические вопросы клинической физиологии дыхания. Матер. к симпозиуму по клинической физиологии дыхания. Л., 1973, с. 62—65.
3. Марин А. М. О некоторых методических приемах повышения точности определения и оценки показателей легочных объемов. — Мед. техника, 1971, № 5, с. 49—51.
4. Гарбиньски Т. Воздушные кисты легкого. — В кн.: Болезни системы дыхания. Варшава, 1967, с. 325—329.
5. Каназирски П., Цанев Б., Бачваров Л. Изменения объема остаточного воздуха после применения бронходилататоров. — Пробл. туберкулеза, 1963, № 4, с. 77—81.
6. Schiraischi K. Studies on the measurement of the intrapulmonary gas distribution by the helium closed circuit method using chan geable volume modification. — Sci. Rep. Res. Inst. Tohoku Univ., 1962, c. 11, N 1, p. 31—51.

Донецкий институт
гигиены труда и профзаболеваний

Поступила в редакцию
16.VII 1978