

10. Шишканов В.В., Серебровская И.А. Изменение сурфактантной системы легких во время и после длительного голодания // Бюл. exper. биол.— 1980.— № 6.— С.678—680.
11. Vooyens J., Enqelbrecht P. et al. Some effects of the essential fatty acids linoleic acid and alpha-linoleic acid of their metabolites gamma-linolenic acid, arachibonic acid, eicosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid, and of prostaglandins A1, and E1 on the proliferation of human osteogenic sarcoma cells in culture // Prostagl, Leucotr. Med.— 1984.— Vol.15.— P.15—33.
12. Borgeson C.E., Pardini L., Pardini R.S., Reiz R.S. Effects of dietary fish oil on human mammary carcinoma and on lipid-metabolizing enzymes // Lipids.— 1989.— Vol.24, № 4.— P.290—295.
13. Das U.N., Begin M.E., Ells G., Horrobin D.F. Selective killing of human cancer cells by polyunsaturated fatty acids // Prostagl, Leucotr. Med.— 1985.— Vol.19.— P.177—186.
14. Das U.N., Begin M.E., Ells G., et al. Polyunsaturated fatty acids augment free radical generation in tumor cell in vitro // Biochem. Biophys. Res. Commun.— 1987.— Vol.145, № 1.— P.15—24.
15. Elattar T.M.A., Lin H.S. Comparison of the inhibitory effect of polyunsaturated fatty acids on prostaglandin synthesis oral squamous carcinoma cells // Prostagl. Leucotr. Essent. Fatty Acids.— 1989.— Vol.38.— P.119—125.
16. Karmali R.A., Chao C., Basu A., Modak M. Effect of n-3 and n-6 fatty acids on mammary H-ras expression and pg E2 levels in DMBA — treated rats // Ahticancer Res.— 1989.— Vol.9.— P.1169—1174.
17. Lands W.E.M., Blank M.L. et al. A comparison of acyltransferase activities in vitro with the distribution of fatty acids in lecithin and triglycerides in vivo // Lipids.— 1966.— Vol.1.— P.224—229.
18. Reitz.R.C., Tompson J.A., Morris H.P. Mitochondrial and microsomal phospholipids of moris hepatoma // Cancer, Res.— 1977.— Vol.37.— P.561—567.
19. Snyder F., Blank M.L., Morris H.P. Occurence and nature of O-alkyl and O-alk-1-enyl moieties of glucerol in lipids of morris transplanted hepatomas and normal rat liver // Biochim. Biophys. Acta.— 1969.— Vol.176.— P.502—510.
20. Wood C.B., Habib N.A., Thompson A. et al. Increase of jleic acid in erythrocytes associated with malignancies // Br. Med. J.— 1985.— Vol.291.— P.163—164.

Поступила 25.10.95.

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 1996

УДК 612.216.08

В.К.Кузнецова, Е.С.Аганезова

МЕЖИНДИВИДУАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ ФОРМЫ ОТНОШЕНИЙ ПОТОК—ОБЪЕМ МАНЕВРА ФОРСИРОВАННОЙ ЖИЗНЕННОЙ ЕМКОСТИ ЛЕГКИХ ВЫДОХА У ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ

ГНЦ пульмонологии МЗ и МП России, Санкт-Петербург

INTERINDIVIDUAL VARIABILITY OF THE CONFIGURATION OF MAXIMAL EXPIRATORY FLOW—VOLUME CURVES IN NORMAL HUMAN SUBJECTS

W.K. Kuznetsova, E.S. Azanezova

S u m m a r y

Interindividual variability of the configuration of maximal expiratory flow—volume curves (MEFV curves) was investigated in 2009 men and 1910 women aged 20 to 70 years. Three configuration types of MEFV curves were separated by means of quality analysis of the curves: “linear”, “convex”, and “concave” into the volume axis. Three forms were separated in the “convex” type: spherical, trapezideous and trapezideous with concavation in the last 1/4 of FVC. The “concave” curves differed on the bend degree (into the volume axis side): the bend in the last 1/4 of FVC, moderate concavation of the whole curve, and extreme concavation which is close to those in patients with impairments of airways. “Convex” forms were found in 23% of examined normals, “linear” ones were found in 15% of normals, “concave” ones were found in 41% of normals. “Pathologic—bent” curves were found in 11% of normal subjects. Volumic (FVC, FEV₁), flow (PEF, MEF₅₀, MEF₇₅, MEF_{25—75}), and time (MTT and TFVC) parameters were respective to curve forms that are mentioned above. FVC, FEV₁, MEF₅₀, and MEF₇₅ were greater in cases of “convex” forms and were decreased parallelly to curve concavation increase. On the contrary, MTT and TFVC were greater in groups with “concave” forms of curves and increased parallelly to the concavation increase. It was found, that “concave” curves are featureous for humans which are older than 40 years. Cases of the “patological—bent” curve did not depend on smoking. The more often cases of the “concave” curve form in humans over 50 years old allow to explaine formation of various flow—volume curves with age changes in airways and pulmonary tissue. The “concave” flow—volume curve forms obtained in 52% of the examined did not allow to discuss them simply as a qualitative diagnostic sign of pathology in mechanical properties of lungs.

Р е з ю м е

Межиндивидуальные вариации в форме отношений поток—объем маневра ФЖЕЛ изучены у 2009 мужчин и 1910 женщин в возрасте от 20 до 70 лет, признанных практически здоровыми при массовом обследовании

населения отдельных районов Санкт-Петербурга. На основе качественного анализа выделено 3 основных типа ниспадающей части кривой: близкая к “прямолинейной”, “выпуклая” и “вогнутая” по отношению к оси объема. Внутри “выпуклых” кривых были выделены 3 формы: близкая к сфере, близкая к трапеции и трапецевидная с вогнутостью в последней 1/4 ФЖЕЛ. “Согнутые” кривые различались по степени прогиба к оси объема: прогиб в последней 1/4 ФЖЕЛ, умеренно выраженная вогнутость всей кривой, резко выраженная вогнутость, близкая к той, которая наблюдается у больных с нарушениями проходимости ДП. “Выпуклые” формы были установлены у 23% обследованных здоровых, “прямолинейная” — у 15%, “вогнутые” — 41%, а “патологическивогнутые” — у 11%. Соответственно выделенной форме отношений поток—объем маневра ФЖЕЛ существенно различались объемные (ФЖЕЛ и ОФВ₁), скоростные (ПОС, МОС₅₀, МОС₇₅, СОС_{25—75}) и временные (СПВ, ТФЖЕЛ) показатели. ФЖЕЛ и ОФВ₁, МОС₅₀ и МОС₂₅ были больше в случаях с “выпуклыми” формами и уменьшались при увеличении “вогнутости” кривой. СПВ и ТФЖЕЛ, напротив, возрастали в группах с “вогнутыми” формами по мере ее увеличения. Установлено, что “вогнутые” формы более характерны для мужчин и женщин старше 40 лет. Связи появления “патологически вогнутой” формы и курения не обнаружено. Более частое выявление “вогнутой” формы отношений поток—объем у здоровых мужчин и женщин старше 50 лет, вместе с наличием “выпуклых” форм у людей этого возраста позволяют связать формирование той или иной формы кривой отношений поток—объем маневра ФЖЕЛ с возрастными изменениями податливости крупных ДП и паренхимы легких, определяющих динамику потока воздуха в процессе маневра ФЖЕЛ. “Вогнутые” формы отношений поток—объем, полученные более чем у 1/2 обследованных здоровых (52%), не дают оснований рассматривать их однозначно как качественный диагностический признак патологии со стороны механических свойств аппарата вентиляции.

В практике функциональных исследований внешнего дыхания базовым методом является изучение механических свойств аппарата вентиляции на основе регистрации изменений потока и объема воздуха в процессе выполнения испытываемым маневра форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) выдоха. Результаты этого исследования оценивались не только по количественным данным, но также по качественному анализу формы отношений поток—объем, регистрируемых в процессе маневра [4,5]. При этом исходят обычно из того, что здоровым людям свойственна форма этих отношений, близкая к треугольной. Именно на этой форме отношений основаны большинство систем должных величин для получаемых показателей [2,8]. В то же время из-за известных межличностных различий величин отдельных показателей все разработанные системы должных имеют достаточно широкий диапазон их нормальных значений, что затрудняет получение надежных диагностических выводов. Поскольку значительная межличностная вариабельность показателей, получаемых из анализа отношений поток—объем маневра ФЖЕЛ, может быть связана с различием формы этих отношений, мы решили провести их качественный анализ у большого числа здоровых и тем самым выявить наиболее типичные для них варианты.

Форма отношений поток—объем была проанализирована нами у 3919 человек, признанных практически здоровыми при проведении массового обследования населения отдельных районов Санкт-Петербурга. Обследование включало заполнение специальной анкеты, направленной на выявление заболеваний органов дыхания и сердечно-сосудистой системы, осмотр терапевта и изучение амбулаторной медицинской документации. К здоровым относили тех обследованных, у которых в анамнезе отсутствовали какие-либо заболевания сердечно-сосудистой и дыхательной систем, частота простудных заболеваний составляла не более 2 раз в год и при физикальном обследовании не обнаружи-

валось какой-либо патологии. Курение не являлось противопоказанием к отнесению обследуемого к категории практически здоровых лиц, работавшие в условиях профессиональной вредности при формировании группы здоровых были исключены.

В результате такого отбора изучаемую группу составили пациенты в возрасте от 20 до 70 лет: 2009 мужчин и 1910 женщин. Лица в возрасте 20—29, 30—39 и 40—49 лет составили 26, 27 и 21% соответственно; старше 50 лет — 18% и старше 60 лет — 8%, что вполне объяснимо возникновением в этом возрасте патологии сердечно-сосудистой системы. Исследование механических свойств аппарата вентиляции на основе регистрации отношений поток—объем в процессе маневра ФЖЕЛ проводилось на аппарате Пневмоскрин-II (фирма “Э.Егер”, ФРГ) с автоматичес-

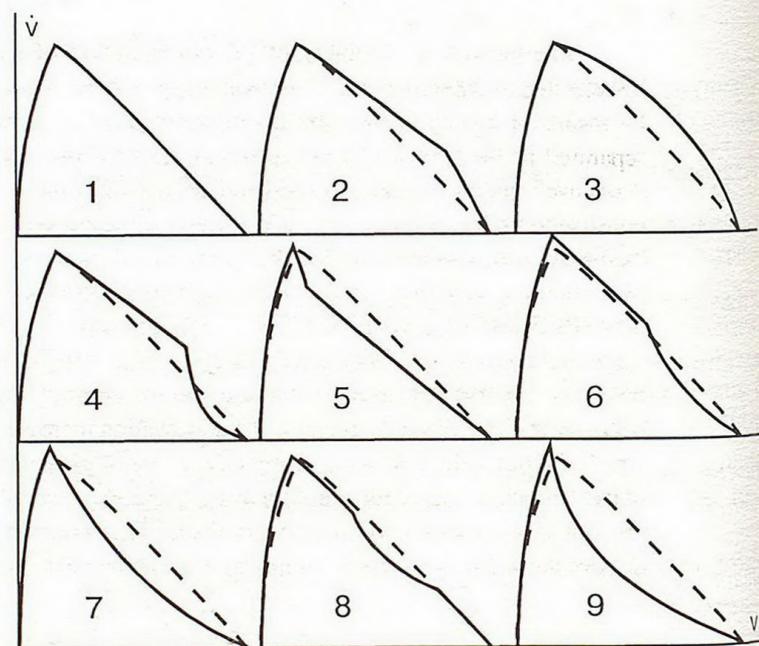


Рис. 1. Выделенные формы кривых отношений поток—объем маневра ФЖЕЛ у обследованных здоровых. Пояснения в тексте.

Распределение обследованных здоровых в зависимости от формы отношений поток—объем маневра ФЖЕЛ ($M \pm m$)

Форма отношений	Пол, число больных		Возраст, годы		Рост, см		Масса, кг	
	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж
1	207	398	34±0,8	35±0,6	172±0,5	161±0,3	73±0,7	69±0,6
2	133	146	31±0,8	31±0,6	174±0,5	161±0,4	76±1,0	70±1,0
3	78	145	28±1,1	27±0,4	172±0,7	162±0,5	70±0,9	62±0,9
4	199	215	36±0,8	41±0,8	172±0,5	161±0,4	77±0,8	72±0,8
5	137	62	35±0,9	35±1,4	172±0,5	160±0,7	76±0,9	70±1,4
6	358	463	42±0,6	44±0,5	171±0,4	160±0,2	76±0,6	73±0,6
7	477	298	44±0,5	45±0,7	171±0,4	160±0,3	76±0,5	73±0,8
8	129	47	32±0,9	36±1,6	173±0,6	162±0,8	74±0,8	66±1,4
9	291	136	51±0,6	52±0,8	169±0,4	159±0,5	75±0,7	76±1,2

Примечание. Здесь и в табл. 2, 3 формы отношений поток—объем маневра ФЖЕЛ обозначены соответственно рис. 1. м, ж — соответственно мужчины, женщины.

кой регистрацией отношений поток—объем и абсолютных значений рассчитываемых показателей. Показатели оценивались с использованием должных величин, разработанных Р.Ф.Клементом и соавт. [2]. Обследование проводилось специально обученным персоналом с соблюдением требований стандартизации методики проведения исследования, выполнения требуемых маневров, достижения необходимого числа воспроизводимых попыток и т.д. [3].

Поскольку для количественной оценки результатов теста ФЖЕЛ была использована система должных величин, основанная на том, что после достижения пика потока воздуха падение его происходит почти прямолинейно по отношению к оси объема, за основную форму отношений поток—объем этого маневра мы приняли “прямолинейную” (форма 1, рис.1). Путем сравнения с этой формой были выделены два типа кривых: “выпуклые” и “вогнутые” по отношению к базисному варианту. В каждом из этих типов было выявлено по несколько вариантов. Так, среди “выпуклых” кривых мы выделили три варианта (формы 2, 3 и 4, см.рис.1): близкую к трапеции, когда вся кривая находится кнаружи от прямой, близкую к сфере и близкую к трапеции, но с вогнутостью отношений поток—объем во второй половине ФЖЕЛ. Очень четко выделялась форма, которую нельзя было строго рассматривать как “вогнутую”, хотя участок падения потока почти на всем изменении объема при этой форме располагался ниже, чем при базисном варианте (форма 5, см.рис.1). Для этой формы характерно резкое падение потока после достижения пика до определенной величины и последующее прямолинейное его уменьшение в процессе выдоха. Среди “вогнутых” отношений поток—объем было выделено три формы (формы 6, 7, 8, см.рис.1). Одна из них близка к прямой в первой половине ФЖЕЛ и отличалась отчетливой вогнутостью в последующем этапе выдоха. Для другой формы характерна выраженная вогнутость, начинающаяся сразу после достижения пика потока и сохрани-

яющаяся на протяжении всей ФЖЕЛ. Третья форма отличалась локально выраженной вогнутостью в области 40—60% ФЖЕЛ. В отдельную группу мы выделили те кривые, которые визуальнo могли быть отнесены к патологическим, то есть вогнутость кривой к оси объема была выражена очень отчетливо, и кривая отношений воспринималась как “патологически вогнутая” (форма 9, см.рис.1). Классификация кривых проводилась последовательно тремя независимыми экспертами и при расхождении мнений (таких случаев было очень немного) решение принималось при отношении 2:1.

Анализ частоты выявления отдельных форм отношений поток—объем форсированного выдоха показал, что базовая, “прямолинейная”, форма была определена только у 15% обследованных (605 человек) — форма

Т а б л и ц а 2

Объемные, относительные и временные показатели у обследованных здоровых в зависимости от формы отношений поток—объем маневра ФЖЕЛ ($M \pm m$)

Форма отношений	ФЖЕЛ, % должной	ОФВ ₁ , % должной	ОФВ ₁ /ФЖЕЛ, % должной	СПВ, с	T _{ФЖЕЛ} , с
1	102±0,5	103±0,4	104±0,2	0,44±0,003	1,92±0,02
2	107±0,9	110±0,7	106±0,3	0,43±0,004	1,87±0,03
3	104±1,0	107±0,8	109±0,7	0,37±0,003	1,51±0,03
4	107±0,6	106±0,6	103±0,3	0,47±0,004	2,36±0,03
5	105±0,7	102±0,7	101±0,4	0,51±0,006	2,31±0,05
6	103±0,4	100±0,4	101±0,2	0,49±0,003	2,43±0,02
7	104±0,4	100±0,4	100±0,2	0,53±0,007	2,50±0,02
8	102±0,8	102±0,7	103±0,4	0,48±0,010	1,94±0,03
9	98±0,6	88±0,5	93±0,3	0,65±0,006	3,08±0,03

Примечание. ОФВ₁ — объем форсированного выдоха за 1-ю с, СПВ — среднее переходное время, T_{ФЖЕЛ} — время всего маневра ФЖЕЛ.

Скоростные показатели (% от должных величин) у обследованных здоровых в зависимости от формы отношений поток-объем маневра ФЖЕЛ ($M \pm m$)

Форма отношений	ПОС	МОС ₂₅	МОС ₅₀	МОС ₇₅	СОС ₂₅₋₇₅	$A_{EX} \cdot \text{л}^2 \cdot \text{с}^{-1}$
1	101±0,6	102±0,6	95±0,7	92±1,0	114±0,9	18,9±0,37
2	112±0,9	102±0,9	114±1,1	107±1,6	131±1,4	24,8±0,67
3	111±1,0	102±1,0	110±1,1	128±1,8	133±1,5	22,2±0,63
4	117±0,9	108±0,9	111±1,1	85±1,1	122±1,4	22,1±0,53
5	121±1,2	91±1,1	84±1,0	81±1,3	99±1,2	21,9±0,58
6	116±0,6	109±0,6	95±0,6	73±0,6	108±0,8	18,3±0,32
7	122±0,7	107±0,7	82±0,5	71±0,5	97±0,8	19,3±0,30
8	117±1,2	104±1,2	85±1,0	88±1,2	104±1,3	24,8±0,74
9	110±0,8	85±0,9	59±0,6	49±0,6	70±0,7	13,3±0,27

Примечание. ПОС — пиковая объемная скорость; МОС₂₅, МОС₅₀ и МОС₇₅ — максимальная объемная скорость после выдоха 25, 50 и 75% ФЖЕЛ; СОС₂₅₋₇₅ — средняя объемная скорость в процессе выдоха от 25 до 75% ФЖЕЛ; A_{EX} — площадь под кривой отношений поток-объем маневра ФЖЕЛ.

1, см.рис.1. “Выпуклые” формы были установлены в 23% случаев: 7, 6 и 10% каждого варианта соответственно (279, 223 и 414 человек). Каждая из “вогнутых” форм была выделена почти с такой же частотой: 21 и 20% (821 и 775 человек). Формы 5 и 8, занимающие промежуточное положение, встречались гораздо реже, лишь в 5% случаев каждая (119 и 176 человек). Заслуживает внимания и то, что “патологически вогнутая” форма была установлена у 11% обследованных (427 человек).

Сопоставление формы отношений поток-объем маневра ФЖЕЛ и пола, возраста, антропометрических данных показало (табл.1), что “прямолинейная” и “выпуклые” формы чаще наблюдались у женщин, а “вогнутые”, особенно с выраженным прогибом к оси объема, — у мужчин. В то же время при отсутствии существенных различий между группами по антропометрическим признакам прослеживается, что более “вогнутые” формы характерны как для мужчин, так и для женщин старшего возраста.

Средние значения ФЖЕЛ и ОФВ₁ при всех формах отношений поток-объем маневра ФЖЕЛ выдоха, как следует из данных табл.2, были в пределах нормы. Несмотря на это, их величины существенно различались в зависимости от формы отношений поток-объем. Так, в случае “выпуклых” форм (формы 2, 3 и 4, см.рис.1) и ФЖЕЛ, и ОФВ₁ были достоверно больше, чем при “прямолинейной” и “вогнутых” формах. Существенных различий в величинах этих показателей между группами с “прямолинейной” (форма 1, см. рис.1) и “вогнутыми” (формы 6, 7 и 8, см.рис.1) не определялось. Но при “патологически вогнутой” форме (форма 9, см. рис.1) ФЖЕЛ и ОФВ₁ были достоверно меньше, чем в группах со всеми другими формами отношений поток-объем. Аналогичная закономерность отмечалась при оценке средних значений и ОФВ₁/ФЖЕЛ. СПВ — показатель, зависящий от замедления выдоха во второй половине ФЖЕЛ, т.е. от кривизны отношений поток-объем маневра ФЖЕЛ,

было тем меньше, чем меньше “вогнутость” этих отношений. Проявление даже небольшой “вогнутости” в форме отношений приводило к заметному повышению СПВ (форма 4, см.рис.1). Средние значения ОФВ₁/ФЖЕЛ и СПВ, несмотря на большие различия в отдельных группах, не выходили за пределы границ нормы. Продолжительность всего маневра ФЖЕЛ также обнаружила отчетливую зависимость от формы отношений поток-объем: наименьшей ее величина была при форме, подобной сфере (форма 3, см.рис.1), а при “вогнутых” (формы 6 и 7, см.рис.1) — она существенно возрастала, особенно при “патологически вогнутой” (форма 9, см.рис.1).

Средние значения потока воздуха, определяемые в различные моменты форсированного выдоха (табл.3), также обнаружили зависимость от формы отношений поток-объем. Значения ПОС были больше в группах с наличием “вогнутости” к оси объема (формы 4, 6, 7, 8). Исключение составили только данные группы с формой 9, в которой средние значения ПОС совпадали с ее значениями в группах с “выпуклой” формой отношений. Значения МОС₂₅, МОС₅₀ и МОС₇₅ в среднем хорошо соответствовали формам отношения. Так, при “прямолинейной” форме их величина была около 100% должной величины, в случае “выпуклых” форм значения МОС превышали 100% должной величины до того момента выдоха, пока сохранялась “выпуклость”, а при появлении “вогнутости” величины МОС понижались. Наиболее наглядно эта закономерность прослеживается на примере формы 4 при которой “вогнутость” появляется в последней четверти ФЖЕЛ, а МОС₇₅ при этой форме заметно меньше МОС₂₅ и МОС₅₀. Несмотря на достаточно выраженные различия средних значений МОС в группах с разными формами кривых, по существующим критериям оценки они не выходили за пределы нормальных за исключением последней группы, в которой МОС₂₅ и МОС₇₅ можно рассматривать как слегка сниженные. Значения средней объемной скорости выдоха еще

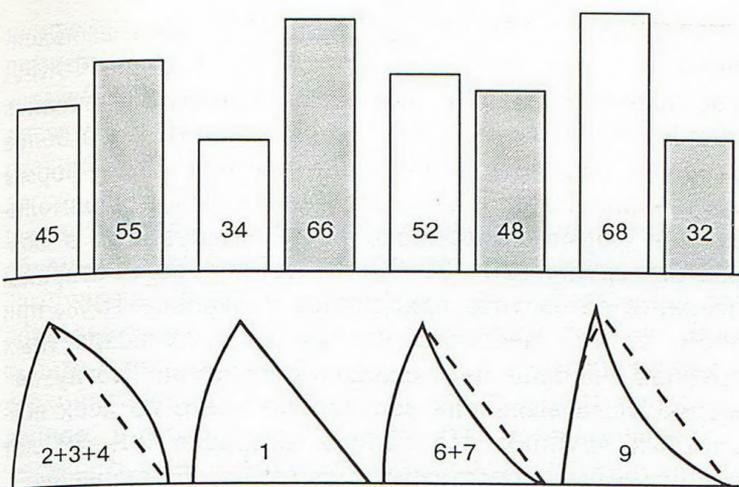


Рис.2. Распределение (%) здоровых мужчин (незаштрихованные столбики) и женщин (заштрихованные столбики) в зависимости от формы отношений поток-объем маневра ФЖЕЛ.

более четко, чем значения МОС, различались в зависимости от формы отношений поток-объем. При "выпуклых" формах ее величины превышали 120% должной, а при "вогнутых" понижались до уровня 100%. В случае же "патологически вогнутой" формы отношений величина СОС₂₅₋₇₅ оказывалась на уровне границы нормальных значений. Общая площадь под кривой отношений поток-объем маневра ФЖЕЛ также существенно увеличивалась или уменьшалась в зависимости от формы кривой отношений.

Достаточно четкие различия в средних значениях практически всех объемных и скоростных показателей в зависимости от выделенных форм отношений поток-объем маневра ФЖЕЛ подтверждают правомерность проведенной нами группировки. Описания форм отношений поток-объем, подобных выделенным нами, у здоровых в доступной литературе мы не встретили. В то же время в работах, посвященных изучению вариабельности показателей форсированного выдоха у здоровых [1,7,8], неоднократно указывалось на возможность наличия "выпуклых" и "вогнутых" к оси объема форм отношений поток-объем маневра ФЖЕЛ. Поэтому выделенные нами формы не находятся в противоречии с уже известными данными литературы.

С другой стороны, подводя итог трактовки данных, приведенных в табл.1—3, вполне правомерным представляется вывод о том, что межиндивидуальная вариабельность показателей форсированного выдоха в значительной степени обусловлена именно вариациями в форме отношений поток-объем маневра ФЖЕЛ. Особого внимания заслуживает факт, что при разных формах отношений поток-объем изменялись не только МОС, определяемые в разные фазы выдоха, но также объемные (ЖЕЛ и ОФВ₁) и временные параметры (СПВ, Т_{ФЖЕЛ}). Поэтому появление различных форм отношений поток-объем маневра ФЖЕЛ у здоровых нельзя отнести за счет случайных факторов или неточностей в выполнении маневра, а вполне правомерно связать это различие в форме кривых с различиями в физических свойствах аппарата вентиляции. Как следует из данных, представленных в табл.1, что согласуется с данными литературы [7], различие в формах отно-

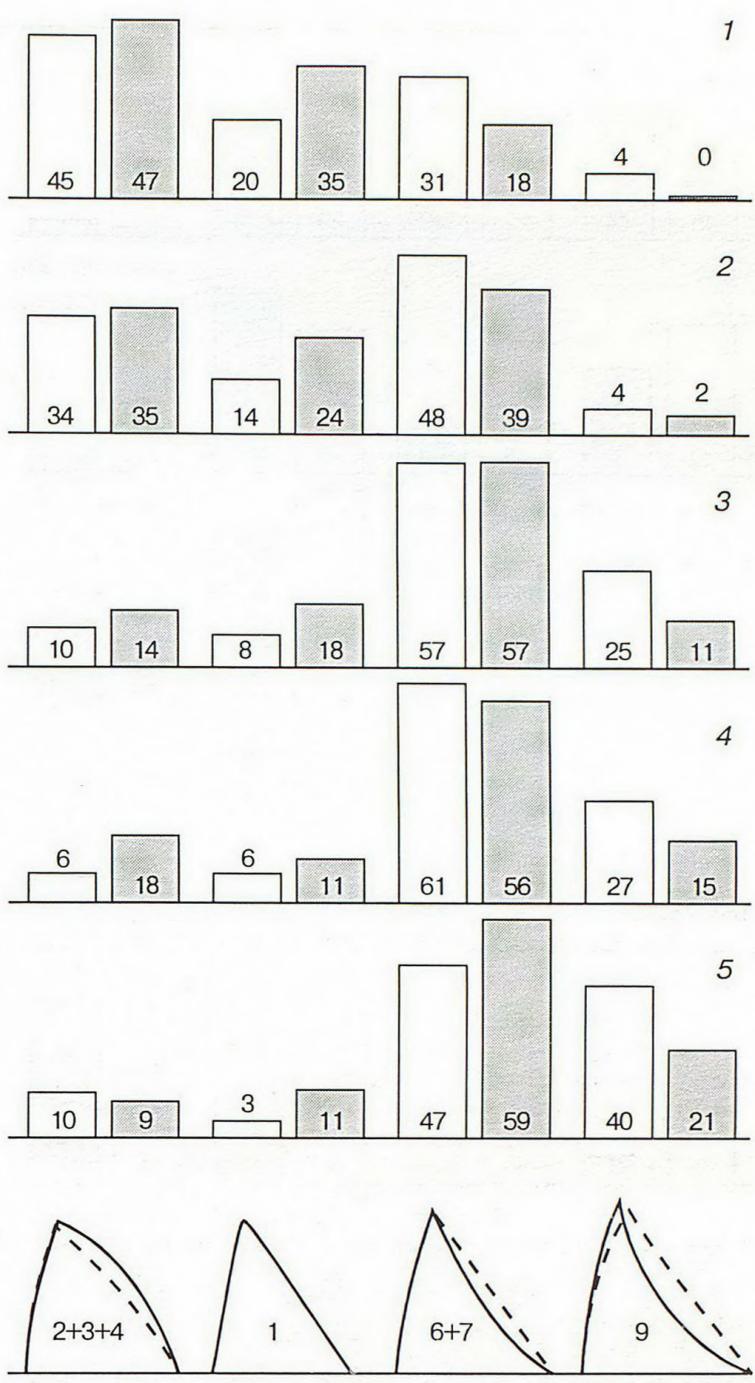


Рис.3. Распределение (%) здоровых мужчин и женщин по возрасту: 20—29 (1), 30—39 (2), 40—49 (3), 50—59 (4) и старше 60 лет (5) в зависимости от формы отношений поток-объем маневра ФЖЕЛ. Обозначения те же, что и на рис.2.

шений поток-объем маневра ФЖЕЛ не было связано с вариациями антропометрических характеристик (размеров легких). В то же время из данных табл.1 прослеживается, что "прямолинейная" и "выпуклые" формы были в большей мере характерны для женщин, а "вогнутые" формы — для пациентов более старшего возраста.

С целью уточнения особенностей распределения форм отношений поток-объем мы проанализировали его в зависимости от пола и возраста обследованных. Для упрощения, основываясь на схожести форм кривых, мы выделили четыре группы. В 1-ю были включены все обследованные с "выпуклыми" формами отношений поток-объем (формы 2, 3 и 4, см.рис.1), во 2-ю — с "прямолинейной" (форма 1), 3-ю группу

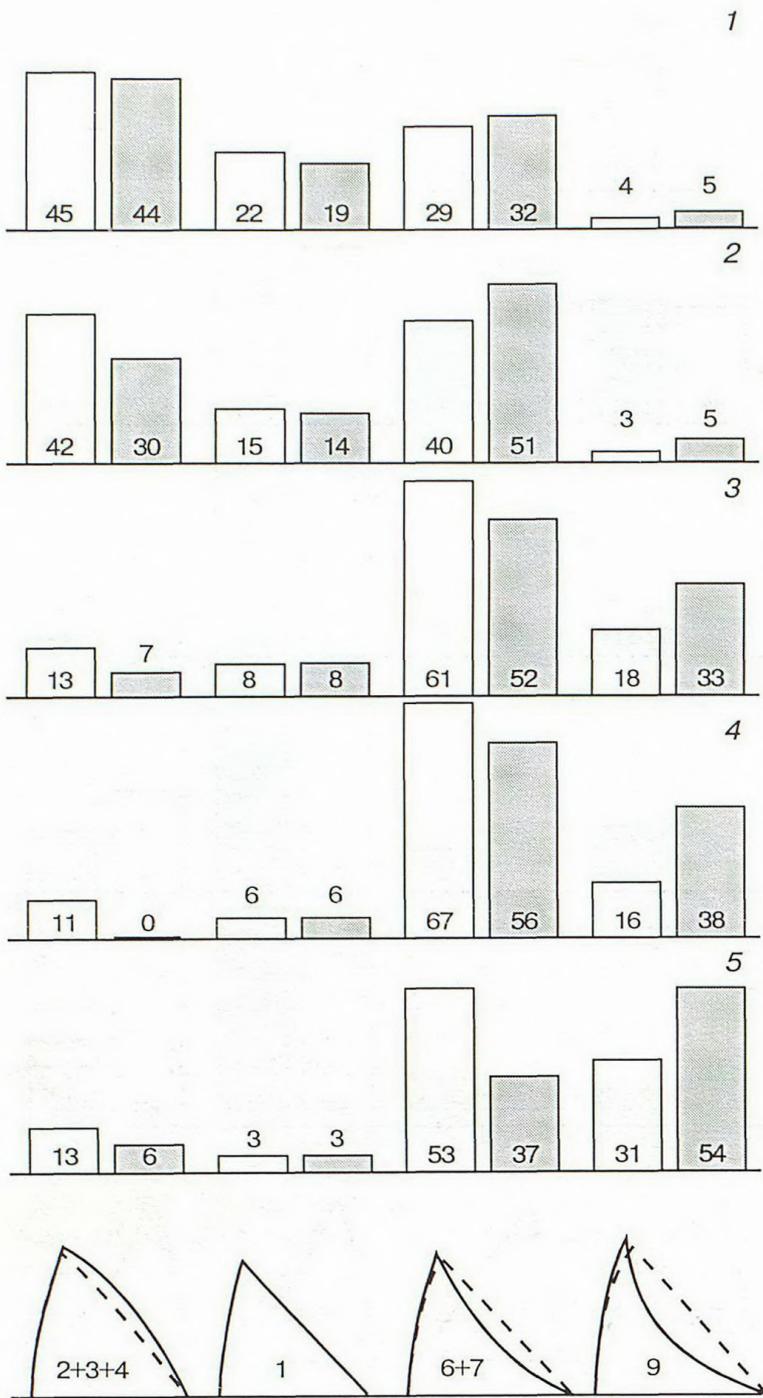


Рис.4. Распределение (%) здоровых мужчин курящих (незаштрихованные столбики) и некурящих (заштрихованные столбики) в возрасте 20—29 (1), 30—39 (2), 40—49 (3), 50—59 (4) и старше 60 лет (5) в зависимости от формы отношений поток—объем маневра ФЖЕЛ.

составили здоровые с “вогнутыми” формами (формы 6 и 7). Принимая во внимание, что диагностическое значение имеет падение потока во второй половине ФЖЕЛ, в отдельную группу мы выделили лиц с “патологически вогнутой” (9) формой отношений. Промежуточные, более редко встретившиеся формы 5 и 8, из этого анализа были исключены. В результате было установлено (рис.2), что “выпуклая” и “вогнутая” формы одинаково часто встречались у мужчин и женщин, “прямолинейная” — у женщин, а “патологически вогнутая” — у мужчин (эти различия статистически достоверны: $F=49$ и 50 , $p<0,001$).

Сопоставление возраста обследованных и выявленных форм отношений поток—объем маневра ФЖЕЛ показало (рис.3), что “выпуклые” формы встречались достоверно чаще у лиц до 40 лет ($p<0,01$), а в более старшем возрасте у мужчин частота этой формы составляла 10%, у женщин — 10—15%. “Прямолинейная” форма выявлялась реже “выпуклой” в возрастных группах 20—29, 30—39 лет, при более старшем возрасте ее частота находилась на уровне 10%, при этом, хотя и недостоверно, но во всех возрастных группах она чаще наблюдалась у женщин. “Вогнутая” форма была выявлена достаточно часто во всех возрастных группах. Но если в возрасте 20—29 лет частота ее была сопоставима с частотой “прямолинейной” формы, то во всех остальных возрастных группах она преобладала над другими формами. Особого внимания заслуживает частота выявления “патологически вогнутой” формы. Если у пациентов молодого возраста она практически не обнаруживалась, то после 40 лет наблюдалась более чем у 25% мужчин, у женщин в этом возрасте она встречалась почти в 2 раза реже. По существующим представлениям для бессимптомных курильщиков по сравнению с некурящими характерны более низкие величины $МОС_{50}$ и $МОС_{75}$ [6], другими словами, “вогнутая” форма отношений поток—объем маневра ФЖЕЛ. Поскольку в анализируемую группу практически здоровых лиц были включены и курящие, мы сопоставили возраст обследуемых, форму отношений поток—объем и отношение к курению. Так как среди обследованных женщин курили только 18%, а мужчин — 44%, этот анализ был проведен только среди мужчин (рис.4). При таком способе одновременно учитывался и стаж курения. Так, если в возрасте до 30 лет он составлял в среднем $5 \pm 1,3$ года, то в старших возрастных группах он был гораздо больше: $24 \pm 1,8$ и $27 \pm 1,6$ года соответственно. Как следует из представленных данных, во всех возрастных группах различные формы отношений поток—объем маневра ФЖЕЛ выявлялись с одинаковой частотой как у куривших, так и некурящих мужчин. Особо необходимо отметить, что “патологически вогнутая” форма в возрасте старше 40 лет чаще наблюдалась у некурящих.

Следовательно, при качественном анализе формы отношений поток—объем маневра ФЖЕЛ выдоха нами установлено, что существует достаточно выраженная их вариабельность от “трапециевидной”, “выпуклой”, “прямолинейной” до “вогнутой” по отношению к оси объема. Причем “вогнутость” может быть разной степени выраженности: от отдельных участков кривой (формы 4, 6, 8, см.рис.1) до полностью “вогнутой” (формы 7, 9, см.рис.1). “Выпуклые” и “прямолинейные” формы более часто определялись у молодых людей, а “вогнутые” — в старших возрастных группах, как у мужчин, так и у женщин. Зависимости формы отношений поток—объем и курения нами получено не было. Поэтому представляется вполне правомерным отнести разнообразие форм отношений поток—объем маневра ФЖЕЛ за счет различий в физических параметрах легких и аппарата вентиляции в целом. Этот вывод

не противоречит сложившимся представлениям о зависимости межиндивидуальной вариабельности показателей форсированного выдоха от соотношений податливости легких и крупных дыхательных путей, способа развития максимального усилия, а не от размеров легких [9—11]. Выявленное достаточно четкое повышение частоты “вогнутой” формы отношений поток—объем у людей старше 40 лет, а также наличие “выпуклых” форм у некоторых лиц старше 50 лет позволяют связать формирование “вогнутой” форм не просто с возрастом, а с возрастными изменениями в соединительной ткани. По существующим представлениям в механике дыхания эта ткань определяет жесткость стенок крупных дыхательных путей и легких в целом. Именно от ее упругости зависит устойчивость дыхательных путей и паренхимы легких к максимальному наружному давлению, развиваемому человеком в процессе форсированного выдоха [4]. Имеющаяся система представлений в механике дыхания не позволяет конкретно установить влияние изменений жесткости трахеи, крупных бронхов и легких в целом на форму отношений поток—объем форсированного выдоха. Дополнить их новыми измерениями невозможно, так как прямое измерение таких параметров недоступно. Изучение механизмов, приводящих к формированию различных форм отношений поток—объем маневра ФЖЕЛ, представляется перспективным при проведении математического моделирования, которое все больше используется в физиологии.

Другой важный вывод, который следует из анализа вариабельности формы отношений поток—объем у здоровых, состоит в следующем. Поскольку “вогнутой” форма кривой обнаружена у здоровых достаточно часто (у 52%), то наличие ее у человека без соответствующих анамнестических и клинических данных не позволяет однозначно связывать с патологическими изменениями в легких.

В ы в о д ы

1. Форма отношений поток—объем маневра ФЖЕЛ у здоровых варьирует от подобной сфере до “вогнутой” к оси объема, что и определяет широкий диапазон значений МОС, особенно после выдоха 50% ФЖЕЛ.

2. Формирование той или иной формы кривизны отношений поток—объем связано с особенностями механических свойств легких (упругость дыхательных путей и паренхимы легких).

3. Наличие “вогнутой” форм отношений поток—объем у 52% здоровых обследованных не позволяет рассматривать такие формы как качественный диагностический признак патологических изменений механических свойств аппарата вентиляции.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Аганезова Е.С., Лешукович Ю.В., Карцева Т.М. Распространенность и основные причины функциональных нарушений дыхания по результатам массового обследования населения // Современные проблемы клинической физиологии дыхания.— Л., 1987.— С.111—117.
2. Клемент Р.Ф. Принципиальные и методические основы разработки единой системы должных величин // Там же.— С.5—20.
3. Критерии оценки нарушений механических свойств аппарата вентиляции на основе исследования отношений поток—объем и состояния объемов легких: Метод. рекомендации / Кузнецова В.К., Клемент Р.Ф., Котегов Ю.М. и др.— Л., 1988.
4. Руководство по клинической физиологии дыхания / Под ред. Л.Л.Шика, Н.Н.Канаева.— Л.: Медицина, 1980.
5. Сильвестров В.П., Семин С.Н., Марциновский В.Ю. и др. Качественный анализ кривых поток—объем спирографического исследования // Тер. арх.— 1988.— № 4.— С.97—105.
6. Black L.F., Offord K., Hyatt R.E. Variability in the maximum expiratory flow volume curve in asymptomatic smokers and in non-smokers // Am. Rev. Respir. Dis.— 1974.— Vol.110.— P.282—292.
7. Green M., Mead J., Hoppin F., Wohl M.E. Analysis of the forced expiratory maneuver // Chest.— 1973.— Vol.63.— P.335—365.
8. Knudson R.J., Slatin R.S., Lebowitz M.D., Burrows B. The maximal expiratory flow-volume curve. Normal standards, variability and effects of age // Am. Rev. Respir. Dis.— 1976.— Vol.113.— P. 587—660.
9. Mead J. Analysis of the configuration of maximal expiratory flow-volume curves // J. Appl. Physiol.: Respir. Environ. Exercise Physiol.— 1978.— Vol.44.— P.156—165.
10. Mead J. Dysanapsis in normal lungs assessed by the relationship between maximum flow, static recoil and vital capacity // Am. Rev. Respir. Dis.— 1980.— Vol.121.— P.339—342.
11. Tien Y.-K., Elliot E.A., Mead J. Variability of the configuration of maximum expiratory flow-volume curves // J. Appl. Physiol.: Respir. Environ. Exercise Physiol.— 1979.— Vol.46.— P.565—570.