

УДК 004.942

## ПРИМЕНЕНИЕ СООТНОШЕНИЙ ПОДОБИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ЗДОРОВЬЯ ПУЛЬМОНОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ

**Валиев М.М., Агишев Т.Х.**

*ФГОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет», Уфа,  
e-mail: valievmm@rambler.ru*

Предлагается метод, статистически связывающий различные физиологические и демографические показатели с помощью параметра подобия (Н-параметра). Оценку Н-параметра можно получить по удельной жизненной емкости легких у пульмонологических больных разного возраста. Отличие групп категорий пульмонологических больных от усредненной зависимости Н-параметра от возраста производится введением параметра Нв, учитывающего особенности людей исследуемой категории.

**Ключевые слова:** соотношения подобия, Н-параметр, возрастная функция

## EXPERIENCE OF PRACTICAL APPLICATION OF PARITIES OF SIMILARITY AT THE ESTIMATION OF HEALTH PULMONOLOGICAL PATIENTS

**Valiev M.M., Agishev T.K.**

*The Bashkir state agrarian university, Ufa, e-mail: valievmm@rambler.ru*

The method statistically connecting various physiological and demographic indicators by means of parameter of similarity (H-parameter) is offered. The H-parameter estimation can be received on specific vital capacity of lungs at pulmonological patients of different age. Difference of groups of categories pulmonological patients from average dependence of H-parameter on age is made by introduction of parameter Hb, considering feature of people of an investigated category.

**Keywords:** similarity parities, H-parameter, age function

Наша цель – показать на одном конкретном примере, как много можно узнать о здоровье людей по данным измерений лишь одного хорошо известного показателя – удельной жизненной емкости легких (УЖЕЛ), если использовать еще соотношения подобия, предложенные в [1, 3].

### Материал и методы исследования

В работе используются результаты обследований пульмонологических больных различных категорий и возраста, полученные лабораторией функциональной диагностики поликлиники МСЧ АО «Каучук» г. Стерлитамак. Обследованы 314 больных. Возраст пациентов – от 18 до 74 лет. УЖЕЛ рассчитывалась как от-

ношение ЖЕЛ к весу Р больных. В исследование не включали больных с пневмониями крайне тяжелого течения, осложненными экссудативным плевритом и деструкцией легочной ткани, а также пациентов с сопутствующими заболеваниями сердца, печени, почек и др. Полученные данные подвергались статистической обработке с использованием программного продукта Statistica v6.0 (табл. 1). Рассчитывались среднее арифметическое значение и стандартное отклонение исследуемых показателей.

### Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 1, 2 приведены результаты измерения УЖЕЛ.

**Таблица 1**

УЖЕЛ (мл/кг) у пульмонологических больных разного возраста

№ п/п	Категория	Возрастные группы, лет					
		18-25	26-34	35-44	45-54	55-64	> 65
1	Пневмония	56,1 ± 2,14 (n = 10)	50,2 ± 1,12 (n = 11)	47,5 ± 1,23 (n = 11)	46,2 ± 1,32 (n = 12)	37,5 ± 1,24 (n = 14)	34,3 ± 1,05 (n = 9)
2	Хронический бронхит	69,4 ± 2,01 (n = 9)	52,5 ± 1,22 (n = 10)	60,1 ± 1,31 (n = 11)	52,2 ± 1,18 (n = 10)	34,1 ± 1,12 (n = 14)	28,1 ± 1,22 (n = 11)
3	Острый бронхит	61,8 ± 1,46 (n = 10)	45,4 ± 1,45 (n = 9)	49,4 ± 2,01 (n = 10)	43,4 ± 1,21 (n = 10)	28,7 ± 1,65 (n = 8)	***
4	Бронхиальная астма	65,8 ± 2,04 (n = 9)	57,9 ± 1,46 (n = 8)	39,9 ± 1,12 (n = 11)	27,2 ± 1,09 (n = 12)	32,9 ± 2,01 (n = 10)	23,1 ± 2,03 (n = 8)

**Примечание:** обозначение \*\*\* – здесь означает «нет данных», n – число больных в группе.

Таблица 2

Изменение УЖЕЛ (мл/кг) в результате лечения больных разного возраста с внебольничной пневмонией (на фоне хронической обструктивной болезни легких)

№ п/п	Категория	Средний возраст $T$ , лет			
		24	34	48	58
5	До лечения	42,1 ± 1,69 ( $n = 10$ )	35,9 ± 1,09 ( $n = 12$ )	38,9 ± 0,89 ( $n = 11$ )	21,4 ± 0,67 ( $n = 10$ )
6	После лечения	52,6 ± 2,09 ( $n = 10$ )	47,7 ± 1,54 ( $n = 12$ )	58,3* ( $n = 6$ )	55,3* ( $n = 6$ )

Примечание: данные, помеченные звездочкой \*, как показал анализ, отличаются статистически значимо от остальных. Поэтому в дальнейшей обработке они не учитывались.

Из анализа данных табл. 1 и 2 видно, что при увеличении возраста для всех категорий больных УЖЕЛ имеет выраженную тенденцию к убыванию.

**Оценка  $H$ - и  $H_b$ - параметров.** Идея использования соотношений подобия при оценке здоровья очень проста. По результатам измерений одного из показателей здоровья нужно сначала найти величину параметра подобия, а затем с помощью соотношений подобия рассчитать ожидаемые значения остальных показателей здоровья, которые нам неизвестны и которые очень часто трудно (или даже невозможно) измерить. Для оценки  $H$ -параметра по данным

измерений УЖЕЛ целесообразно пользоваться соотношением:

$$H = \left( \frac{L}{\underline{L}} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (1)$$

где  $L$  – УЖЕЛ для лиц исследуемой категории,  $\underline{L} = 80$  мл/кг – УЖЕЛ для 25-летнего практически здорового человека. Оценки  $H$ -параметра (1), полученные по данным табл. 1 и 2, приведены в табл. 3 и 4. Там же дана возрастная функция подобия  $h(T)$ :

$$h(T) = \exp(-0,008 \cdot (T - 25)). \quad (2)$$

Таблица 3

Оценки  $H$ -параметра для пульмонологических больных (по данным УЖЕЛ табл. 1)

№ п/п	Категория	Средний возраст $T$ , лет					
		20	30	40	50	60	70
	Возрастная функция подобия $h(T)$ (2)	1,02	0,97	0,89	0,83	0,76	0,70
1	Пневмония $H$ (1)	0,79	0,73	0,71	0,69	0,60	0,57
2	Хронический бронхит $H$ (1)	0,91	0,76	0,83	0,75	0,57	0,50
3	Острый бронхит $H$ (1)	0,84	0,69	0,73	0,67	0,50	***
4	Бронхиальная астма $H$ (1)	0,88	0,81	0,63	0,49	0,55	0,44

Примечание: \*\*\* – нет данных.

Таблица 4

Оценки  $H$ -параметра больных внебольничной пневмонией (по данным табл. 2)

№ п/п	Категория	Средний возраст $T$ , лет			
		24	34	48	58
	Возрастная функция подобия $h(T)$ (2)	1,01	0,93	0,83	0,77
1	До лечения внебольничной пневмонии, $H$ (1)	0,65	0,59	0,62	0,42
2	После лечения внебольничн. пневмонии $H$ (1)	0,76	0,71	***	***

Примечание: \*\*\* – см. примечание к табл. 2.

Эта функция, согласно выражению (3), описывает зависимость  $H$ -параметра от возраста ( $T$ ) у практически здорового человека.

Из полученных результатов видно, что оценки  $H$ -параметра при увеличении воз-

раста имеют тенденцию к убыванию и для всех категорий больных, согласно табл. 3 и 4, эти оценки остаются ниже соответствующих значений возрастной функции подобия  $h(T)$  (2).

Выражение [3] показывает, что зависимость  $H$ -параметра от возраста  $T$  в среднем хорошо описывает соотноше-  
ние:

$$H \equiv H(T) = Hb \cdot h(T) = \exp(-0,008(T + \Phi B - 25)), \quad (3)$$

где  $h(T)$  – возрастная функция подобия (2);  $Hb$  – параметр подобия, учитывающий особенности людей исследуемой категории и равный отношению интенсивности микродвижений частиц в межклеточном пространстве их организмов к аналогичной величине

у людей того же возраста, живших в России в начале XX века.  $\Phi B = -125 \cdot \ln(Hb)$  – физиологический возраст. С помощью (3) и оценок  $H$ -параметра из табл. 3 и 4 получены оценки  $Hb$  – параметра (табл. 5),  $Hb = H/h(T)$ .

Таблица 5

$Hb$ -параметр и ожидаемые показатели здоровья для разных категорий людей

№ п/п	Категории	$Hb$	ИФВ	УЖЕЛ/	ГЛ/	ХОЛ/	ФН/	РИ/	РРС/	ИПЖ
0	«База»	0,85	0	1,00	1,00	1,0	1,0	1,0	1	0
1	Пневмония	0,79	8	0,90	1,04	1,1	1,2	1,7	2	-3
2	Хронический бронхит	0,82	4	0,95	1,02	1,1	1,1	1,3	1,5	-1
3	Острый бронхит	0,76	14	0,84	1,06	1,2	1,3	2,3	4	-6
4	Бронхиальная астма	0,71	21	0,77	1,09	1,3	1,5	3,6	8	-12
5	Внебол.пневмония (до лечения)	0,64	36	0,65	1,16	1,5	2,1	8,5	32	-21
6	Внебол.пневмония (после лечения)	0,76	14	0,84	1,06	1,2	1,3	2,4	4	-7

Примечание. Расчетные формулы приведены в Приложении.

**Оценка и анализ здоровья.** Используя оценки  $Hb$ -параметра (табл. 5) и соотношения подобия из Приложения, мы рассчитали ожидаемые значения различных показателей здоровья для всех категорий людей. Результаты расчетов приведены в табл. 5.

В табл. 5:  $Hb$  – параметр подобия (3); **ИФВ** – изменение физиологического возраста людей данной категории по сравнению с «базой» (лет); **УЖЕЛ/** – отношение удельной жизненной емкости легких у людей данной категории к аналогичной величине для «базы»; **ГЛ/** – отношение содержания в крови глюкозы у людей данной категории к аналогичной величине для «базы»; **ХОЛ/** – отношение содержания в крови холестерина у людей данной категории к аналогичной величине для «базы»; **ФН/** – отношение физиологической нагрузки от приема пищи у людей данной категории к аналогичной величине для «базы»; **РИ** – отношение риска аутоиммунных заболеваний у людей данной категории к аналогичной величине для «базы»; **РРС** – отношение риска сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний у людей данной категории к аналогичной величине для «базы»; **ИПЖ** – изменение продолжительности жизни людей данной категории (ПЖ) по сравнению с аналогичной величиной для «базы» (лет).

1. Здесь в качестве «базы» выбрана категория людей, для которых  $Hb = 0,85$ . Эта категория людей, согласно [3], примерно соответствует населению России в конце XX

века, когда расширенное воспроизводство населения страны уже прекратилось. Отметим, что для 25-летних людей этой категории имеем: **УЖЕЛ**  $\approx 63$  мл/кг, содержание в крови глюкозы **ГЛ**  $\approx 4,3$  ммоль/л, а холестерина – **ХОЛ**  $\approx 225$  мг%. С показателями здоровья этих людей мы будем сравнивать показатели здоровья пульмонологических больных остальных категорий.

2. Из табл. 5 видно, что наиболее низкое значение  $Hb$ -параметра имеет категория № 5, объединяющая больных с внебольничной пневмонией до лечения. Для этих больных  $Hb = 0,64$ , а изменение физиологического возраста по сравнению с «базой» составляет 36 лет (**ИФВ** = 36). Этот результат означает, что все физиологические показатели здоровья у больных внебольничной пневмонией (до лечения) будут в среднем отличаться от аналогичных показателей для «базы» так, как будто бы все взрослые люди категории №5 «постарели» на 36 лет. При этом, согласно табл. 5, у людей категории № 5 **УЖЕЛ/** = 0,65 – значит у этих людей **УЖЕЛ** составит только 65% от **УЖЕЛ** для людей такого же возраста у «базы»; аналогично, содержание в крови глюкозы здесь должно стать больше на 16%, холестерина – в 1,5 раза, а физиологическая нагрузка от приема углеводной пищи должна увеличиться более, чем в 2 раза по сравнению с «базой» (**ГЛ/** = 1,16, **ХОЛ/** = 1,5 и **ФН/** = 2,1).

Далее, для людей категории № 5 по сравнению с «базой» более чем в 8 раз

выше риск аутоиммунных заболеваний, таких, как ревматизм, рассеянный склероз, бронхиальная астма и др.) и в 32 раза выше риск сердечно-сосудистых и онкологических болезней (ибо  $РИ/ = 8,5$  и  $РРС/ = 32$ ). Отметим, что подобный результат, когда небольшие изменения Hb-параметра сопровождаются очень значительными изменениями рисков заболеваний аутоиммунных, онкологических и сердечно-сосудистых, является весьма типичным для оценки здоровья с помощью соотношений подобия [3].

3. Посмотрим теперь, как повлияло **лечение** на здоровье больных внебольничной пневмонией. Из сравнения категорий №№ 5–6 (табл. 5) можно ожидать таких изменений их показателей здоровья:

– Hb-параметр увеличился с 0,64 (категория № 5) до 0,76 (категория № 6), а физиологический возраст (по сравнению с «базой») соответственно уменьшился с 36 до 14 лет. Это означает, что остальные показатели здоровья в среднем должны измениться так, словно больные внебольничной пневмонией, благодаря проведенному

лечению, «помолодели» на целых 22 года ( $36 - 14 = 22$ ).

– При этом их **УЖЕЛ** должна увеличиться примерно на 30%, содержание в крови глюкозы (**ГЛ**) – снизиться на 10%, а холестерина (**ХОЛ**) – на 25% (ибо  $0,84/0,65 \approx 1,3$ ,  $1,16/1,06 \approx 1,1$ ,  $1,5/1,2 \approx 1,25$ ).

– Нагрузка от приема углеводной пищи (**ФН**) должна уменьшиться в 1,6 раза, риск аутоиммунных заболеваний – снизиться в 3,5 раза, а риск сердечно-сосудистых и онкологических болезней – в 8 раз (ибо  $2,1/1,3 \approx 1,6$ ,  $8,5/2,4 \approx 3,5$ ,  $32/4 \approx 8$ ).

– Средняя продолжительность жизни этих больных после лечения должна увеличиться примерно на 14 лет (ибо  $-7 - (-21) = 14$ ). Это означает, что проведенное лечение внебольничной пневмонии как бы «подарило» таким больным, в среднем, лишние 14 лет жизни каждому.

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности использования предлагаемого метода анализа здоровья с помощью *соотношений подобия*.

## Приложение

### Соотношения подобия (по [3])

№ п/п	Показатели здоровья	Формулы для расчета
0	Hb-параметр для «базы»	$Hb = Hb1 = 0,85$
1	Расчетные параметры	$z = \ln(Hb)$ , $z1 = \ln(Hb/Hb1)$
2	Изменение физиологического возраста, лет (ИФВ)	$ИФВ = -125 \ln(z1)$
3	Относительная УЖЕЛ	$УЖЕЛ/ = \exp(1,5 \cdot z1)$
4	Отн. содержание глюкозы (ГЛ/)	$ГЛ/ = \exp(-z1/2)$
5	Отн. содержание холестерина (ХОЛ/)	$ХОЛ/ = \exp(-1,5 \cdot z1)$
6	Отн. физиологическая нагрузка (НУ/)	$ФН/ = \exp(-2,5 \cdot z1)$
7	Отн. риск аутоиммунных забол. (РИ/)	$РИ/ = \exp(-7,4 \cdot z1)$
8	Отн. риск рака и ССЗ (РРС)	$РРС/ = \exp(-15 \cdot z1)$
9	Изменение средней продолжительности жизни, лет (ИПЖ)	$ИПЖ = ПЖ(Hb) - ПЖ(0,85)$ если $Hb = 0,85$ , $ПЖ(Hb) = -45 + 226Hb - 100Hb^2$ , если $Hb > 0,85$ , $ПЖ(Hb) = 2282 - 8679 \cdot Hb + 11241 \cdot Hb^2 - 4808 \cdot Hb^3$ .

### Список литературы

1. Марчук Г.И. Математические модели в иммунологии. – 2-е изд. – М.: Наука, 1985.
2. Марчук Г.И., Погожев И.Б. Зуев С.М. Гипотеза о подобии физиологических процессов // Докл. РАН. – 1997. – Т. 353, №2. – С. 264–266.
3. Погожев И.Б. Беседы о подобии процессов в живых организмах. – М.: Наука, 1999. – 224 с.
4. Погожев И.Б., Агишев Т.Х. Определение и анализ персональных параметров системы регулирования содержания сахара в крови // Препр. ИВМ РАН. – М., 1991. – 48 с.

### Рецензенты:

Гладилин Г.П., д.м.н., профессор, зав. кафедрой клинической лабораторной диагностики ГОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздравсоцразвития России», г. Саратов;

Авзалетдинов А.М., д.м.н., зав. отделением торакальной хирургии Клиник БГМУ, г. Уфа