УДК 519.652

ОПТИМАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ МАССОЙ И ДЛИНОЙ ТЕЛА

Нешитой В.В., Ягур В.Е., Курченкова В.И.

Белорусский государственный университет культуры и искусств,
Белорусский государственный медицинский университет, Минск

Множество антропометрических исследований посвящено разработке индексов для вычисления оптимального соотношения между массой и длиной тела. Естественно, что для разных возрастных групп эти индексы или критерии должны быть разными. Наиболее известным массо-ростовым индексом является индекс Кетле. Он задается простой формулой: **$ИК=M/L^2$**, где M – масса тела в килограммах, L – длина тела в метрах. Из этой формулы следует, что масса тела должна быть связана с длинной зависимостью: **$M= ИК*L^2$**, что при логарифмировании дает прямую **$\ln(M) = \ln(ИК) + 2*\ln(L)$** с угловым коэффициентом, равным двум, что вызывает обоснованное сомнение (В.В. Бунак, 1931). Проведем исследование на большом массиве сгруппированных антропометрических данных, представленных в таблице 1, – корреляционная связь между длиной и массой тела призывников [1]. По этим данным определим статистические распределения и вычислим законы распределения призывников по массе и длине тела. Так как эти распределения заданы на положительной полуоси, то их следует аппроксимировать второй системой непрерывных распределений В.В. Нешитого [2].

Таблица 1 – Распределение призывников по массе (M) и длине (L) тела

M			L			Средняя масса тела в интервале
Масса тела, кг (y)	Середина интервала	n	Длина тела, см (x)	Середина интервала	n	$\bar{y}_x$
1	2	3	4	5	6	7
<45	43	115	<154	152	155	48,41935
45-49	47	1093	154-158	156	844	50,51185
49-53	51	2854	158-162	160	2687	52,96948
53-57	55	4634	162-166	164	4654	55,54920
57-61	59	4280	166-170	168	4527	58,32229
61-65	63	2672	170-174	172	2897	60,84605
65-69	67	1007	174-178	176	1017	63,59784
69-73	71	291	178-182	180	257	66,15953
73-77	75	95	>182	184	41	70,31707
>77	79	38				
		17079			17079	

Расчеты по программе SNR_{2V08} показали, что распределение призывников по массе тела подчиняется логарифмически нормальному закону с параметрами: Ln(Y)ср=4,040356, SD Ln(Y)ср= 0,101025, нормирующий множитель N=3,948946. По той же программе вычислены координаты 3 точек – моды С и точек перегиба А и В (в этих точках вторая производная от плотности распределения равна 0), которые делят весь интервал распределения на четыре зоны: на зону -А приходится 12,5% призывников; на зону А-С – 33,5%; на зону С-В – 34,2%; на зону В-19,8%. Количество призывников, попадающих в интервал А-В, составляет 67,8% от их общего числа (17079). Будем интерпретировать этот центральный диапазон как *популяционную норму* для данной поло-возрастной группы [3].

Таблица 2 – Параметры распределения массы и длины тела

Точки	M (y)	p(y)	F(y)	L (y)	p(y)	F(y)
A	50,59703	0,040158	0,124493	160,2361	0,041678	0,136376
C	56,26934	0,069822	0,459765	165,9887	0,071572	0,485451
B	61,94213	0,044433	0,802264	171,7470	0,043347	0,837691

Распределение призывников по длине тела описывается плотностью типа 1.1 [2]: $P(X)=N/X \times (Ln(X)-L)^{(K-1)} \times (1-AU) \times (Ln(X)-L))^{(1/U-1)}$ с параметрами: AU= 2,383347, K= 19,64562, U=0,0501923, L= 4,904853, N= 2,611662E+19. Случайная величина X задана на интервале 134,943 <X< 205,2915 см. Здесь 70,1% призывников имеют длину тела в зоне (А-В). На графиках сплошными линиями представлены теоретические плотности распределения, а отдельными точками – ординаты эмпирических плотностей в серединах интервалов.

Для 2-й системы непрерывных распределений зависимость логарифма условной средней массы тела по каждому интервалу длины тела от его логарифма должна задаваться прямой. По данным столбцов 5 и 7 (таблица 2) найдем уравнение регрессии: $\ln \bar{y}_x = f(\ln x)$. Начальная ордината lna=-5,659339, угловой коэффициент b=1,897488. Уравнение регрессии задается формулой:

$$\bar{y}_x = 21{,}7348 \cdot x^{1{,}897488}, \ (1); \ ИК = \frac{\bar{y}_x}{x^{1{,}897488}} = 21{,}7348 \ , \qquad (2)$$

Здесь длина тела в степени примерно 1,897. На графике представлена теоретическая регрессионная прямая. Отдельные точки – эмпирические данные. Приведенные графики показывают высокую точность аппроксимации статистических данных средствами теории обобщенных распределений [2]. Но эта точность зависит не только от теории, но и от качества и размера выборочной совокупности. Нами рассмотрена однородная совокупность данных, к тому же достаточно большого объема. Следовательно, для установления оптимального соотношения между длиной и массой тела человека, а также между другими показателями, необходимо определить параметры выборки (возраст, пол, род занятий и т.д.) и сформировать однородную выборку с целью точного вычисления параметров формулы (1).

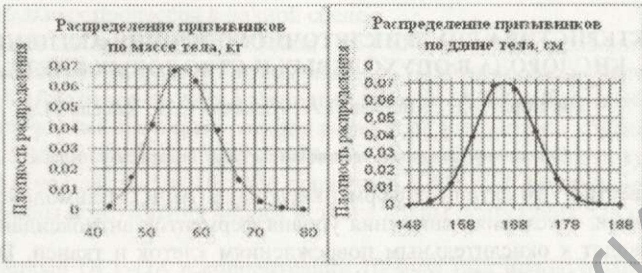

Рисунок 2 – Распределение призывников по массе и длине тела

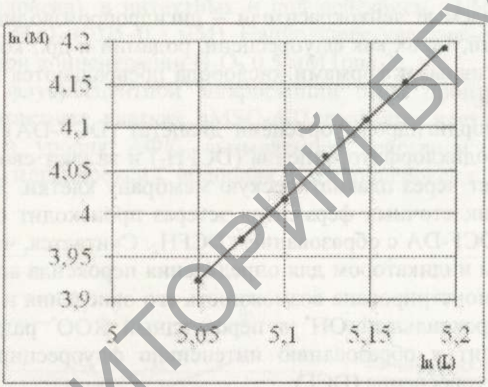

Рисунок 2 – Зависимость логарифма условной средней массы тела
по каждому интервалу длины тела от логарифма длины тела

Формула (1) свидетельствует о наличии четкой зависимости между логарифмом условной средней массы тела по каждому интервалам длины тела и его логарифмом. Формулы (1) и (2) получены при условии, что распределения призывников по массе и длине тела описываются 2-й системой непрерывных распределений. 1-я система распределений, включающая нормальный закон, не может быть принята, т.к. статистические распределения имеют правостороннюю асимметрию и, следовательно, не подчиняются нормальному закону [2].

Литература:

1. Вероятность и математическая статистика. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. – 912 с.
2. Нешитой, В.В. Элементы теории обобщенных распределений: монография / В.В. Нешитой. – Минск: РИВШ, 2009. – 204 с.
3. Ягур, В.Е. Новый подход к статистическому анализу биомедицинских данных / В.Е. Ягур, В.В. Нешитой, И.И. Саливон. – Здравоохранение. – 2009. – № 8. – С. 8-13.