

中国军人体质的评价标准与综合评价方法

林建棣, 柯杰兵

(解放军体育学院 科研部, 广东 广州 510500)

摘 要:利用百分位数法为所选指标制定评分标准,并在此基础上利用逐步回归分析的方法建立体质综合评价的数学模型,对军人体质综合评价方法进行了探索。在各项指标贡献率的确定上,采用的是经逐步回归分析得来的“标准化偏回归系数”与“简单相关系数”的乘积。在对每一个样本各项选中指标进行评分之后,进行逐步回归分析,建立了体质总体、身体形态、身体机能、身体素质、有氧耐力和力量素质共6种体质评价的数学模型。这些模型的建立以及评价标准的制定为计算机评价系统的实现提供了基本算法,也为《中国军人体质评价系统软件》的开发提供了可能。

关 键 词:中国军人;体质评价标准;综合评价方法

中图分类号:G80 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7116(2001)06-0015-05

Research on evaluation standards and synthetical evaluation method of PLA men's constitution

LIN Jian-di, KE Jie-bing

(Scientific Research Department, PLA Institute of PE, Guangzhou 510500, China)

Abstract: This research established evaluation standards for the selected indices by the method of position-in-hundred score, formed mathematical models by the method of Liner Stepwise Regression, gained standard bias regression coefficient (abbreviated as "bi") and simple correlation similarity coefficient (abbreviated as "ri"). The product of "ri" and "bi" was contributive rate of each index, then the weight coefficient (abbreviated as "wi") of each index was defined according to the contributive rate. This paper built six kinds of mathematical models which included model of body shape, model of body function, model of sports quality and model of total constitution. These models supplied basic calculation method for computer software, and it made realization of computer systematic software possible.

Key words: PLA men; constitution evaluation standards; synthetical evaluation method

在国内,关于青少年及成年人体质测定指标的选定及体质综合评价方法的研究,已有不少报道,综合评价方法的研究也很多,但是关于军人体质测定指标的选择与体质综合评价方法的研究,所见报道较少。作为全军军事科研“九五”计划课题《中国军人体质体能与战斗力研究》的子课题之一。本研究利用百分位数法为所选指标制定评分标准,并在此基础上利用逐步回归分析的方法建立体质综合评价的数学模型,对军人体质综合评价方法进行了探索。

1 研究对象与方法

《中国军人体质体能与战斗力研究》课题组提供的数据。

测试对象分作战部队和院校两个系列,作战部队涉及陆、海、空及武警部队14个军兵种(29个旅、团),院校系列包括技术类、指挥类共28所院校。有效样本总量为36667个,其中男32435个,女4232个。各年龄段样本分布及各项指标正态性检验^[1](采用Skewness-Kurtosis检验法),结果见表1。

2 研究结果与分析

2.1 各年龄段体质评价标准的制定

(1)年龄段的划分及划分的依据。

参照中国成年人体质评价标准中年龄分组的原则,将中

收稿日期:2001-06-21

作者简介:林建棣(1957-),男,福建莆田人,教授,研究方向:体质研究与机能评定。

国军人体质评价的年龄组也划分为甲组(14~40岁)和乙组(41~60岁);根据院校学员年龄特点、部队兵役制特点和正态性检验结果,划分如下年龄段:

25岁以下每4岁为一年龄段:14~17岁;18~21岁;22

~25岁。

26~40岁每5岁为一年龄段:26~30岁;31~35岁;36~40岁。

41~60岁每10岁为一年龄段:41~50岁;51~60岁。

表 1 全军体质体能测试各年龄段样本量分布及正态性检验结果

性别	年龄段	样本量	SK	Ku	性别	年龄段	样本量	SK	Ku
男	14~17	1 970	→0	→0.263	女	14~17	354	→0	→0.263
	18~21	12 581	→0	→0.263		18~21	986	→0	→0.263
	22~25	11 052	→0	→0.263		22~25	1 741	→0	→0.263
	26~30	1 728	→0	→0.263		26~30	259	→0	→0.263
	31~35	1 764	→0	→0.263		31~35	253	→0	→0.263
	36~40	931	→0	→0.263		36~40	239	→0	→0.263
	41~45	889	>1			41~45	148	>2	
	46~50	593	>1.5	→0.263		46~50	136	<-4	→0.263
	51~55	472	<-2			51~55	71	>4	
	56~60	255	>2.5	→0.263		56~60	45	< 5	→0.263
			→0	→0.263			→0	→0.263	

(2)各项指标评价标准的制定。

1)身高标准体重评价标准的制定^[2]。根据中国学生体质与健康调研组的做法,身高标准体重是利用同等身高人群的第80百分位数的体重为代表所制定的标准。标准中规定:以此体重标准做为100%,±10%均属正常范围;体重低于90%的为偏轻,低于80%为过轻;体重超过10%属偏重,超过20%为过重。因此,标准是以相等身高为前提,排除了由于遗传因素所影响的身材高矮和环境因素的影响。测试时将身高指标单位定为cm,小数点后进行“4舍5入”精确到“1”,这样就以每1cm为段来进行身高标准体重的制定。根据入伍条件、测试对象的特点以及部队实际,男性军人身高标准体重制定范围为158~190cm,女性为150~185cm。通过身高体重间相应改变,可以更充分地反映军人的身体形态现状。

现以女子身高152cm为例,说明身高标准体重评分表制定的全过程。先对这一人群的体重指标进行正态性W检验,接近于正态分布($W > W_{0.01}$)。如表2所示,对18~25岁之间具有152cm同等身高人群的体重进行频数累积,再找出第80百分位数对应的体重51.70kg,以此作为152cm的标准体重,然后制定各等级评分标准,(见表2)。

最后,女子身高为152cm者的身高标准体重评分方法与评分标准为:

$51.70 \pm 51.70 \times 10\% = 46.5 \sim 56.9(\text{kg})$ 属正常范围,得分为5分;

$46.5 - 51.70 \times 10\% = 41.4$,则41.4~46.4kg为体重偏轻,得分为3分;

$41.4 - 51.70 \times 10\% = 36.2$,则36.2~41.3kg为体重过轻,得分为1分;

$56.9 + 51.70 \times 10\% = 62.0$,则57.0~62.0kg为体重

偏重,得分为3分;

$62.0 + 51.70 \times 10\% = 67.2$,则62.1~67.2kg为体重超重,得分为1分。

表 2 身高为 152 cm 人群体重的频数统计

体重/kg	频数	频数率(%)	频数有效率(%)	频数累积率(%)
43.00	1	4.55	4.55	4.55
45.00	1	4.55	4.55	9.09
45.50	1	4.55	4.55	13.65
46.00	1	4.55	4.55	18.20
46.50	1	4.55	4.55	22.75
47.00	2	9.09	9.09	31.84
47.50	2	9.09	9.09	40.93
48.80	3	13.65	13.65	54.58
49.20	2	9.09	9.09	63.67
50.50	2	9.09	9.09	72.76
51.00	1	4.55	4.55	77.31
52.90	1	4.55	4.55	81.86
53.20	1	4.55	4.55	86.41
53.50	1	4.55	4.55	90.96
54.00	1	4.55	4.55	95.51
54.30	1	4.55	4.55	100.0
合计	22	100.0	100.0	

2)其它选中指标评分标准的制定。其它各项选中指标都是取该年龄段第90百分位数、75百分位数、25百分位数、10百分位数为分段标准,根据各项指标不同,其中胸围/腰围、纵跳、俯卧撑(女子仰卧起坐)、台阶指数、闭眼站立、立位体前屈、旋转平衡等指标大于等于第90百分位数的定为5分,小于90百分位数而大于75百分位数的定为4分,小于等于75百分位数而大于或等于25百分位数的定为3分,小

于 25 百分位数而大于 10 百分位数的定为 2 分,小于等于 10 百分位数的定为 1 分;以时间计成绩的,如往返跑和 1 500 m 跑则相反,值大于等于第 90 百分位数的定为 1 分,其余类推。

现以 18~21 岁年龄段间俯卧撑为例,说明这些指标评分标准的制定过程。先对这一年龄段俯卧撑指标进行正态性检验,呈正态性分布($W > W_{0.01}$)。对该年龄段俯卧撑指标进行频数累积并找出第 10 百分位、25 百分位、75 百分位和 90 百分位所对应的成绩。制定评分方法如下:

$n \geq 71$ 得 5 分; $n = 56 \sim 70$ 得 4 分; $n = 30 \sim 55$ 得 3 分;
 $n = 25 \sim 29$ 得 2 分; $n \leq 24$ 得 1 分。

2.2 体质综合评分的数学建模

(1)评价指标的权重估计。将所有测试样本的各项评价

指标[40 岁(含)以下为 9 项,41 岁(含)以上为 5 项]按附录的标准进行评分。以各项指标得分总和为因变量,以各项指标的得分为自变量,进行逐步回归分析^[3],得到各项指标的标准化偏回归系数(b_i)和简单相关系数(r_i), b_i 与 r_i 的乘积($r_i \times b_i$)即为此项指标的贡献率,根据贡献率的大小确定各项指标的权重系数(W_i),详见表 3、表 4、表 5 和表 6。从各表中权重系数和贡献率大小可以得出如下规律:

40 岁(含)以下的男女军人,各类指标的权重系数所占比例:

素质:机能:形态 = 5:3:2

41 岁(含)以上的男女军人,各类指标的权重系数所占比例:

素质:机能:形态 = 4:3:3

表 3 40 岁(含)以下男子选中指标的贡献率与权重系数

指 标	标准化偏回归系数 b_i	简单相关系数 r_i	贡献率(%) $b_i \times r_i$	权重系数(%) W_i
身高标准体重(A_1)	0.346	0.335	11.592 0	12
立位体前屈(A_2)	0.295	0.409	12.065 5	12
台阶指数(A_3)	0.646	0.451	29.134 6	29
旋转平衡(A_4)	0.306	0.298	9.118 8	9
胸围/腰围(A_5)	0.320	0.294	9.408 0	9
往返跑(A_6)	0.332	0.244	8.100 8	8
纵跳(A_7)	0.282	0.353	9.954 6	10
俯卧撑(A_8)	0.228	0.279	6.361 2	6
1500 m 跑(A_9)	0.308	0.273	8.408 4	8

表 4 40 岁以上男子选中指标的贡献率与权重系数

指 标	标准化偏回归系数 b_i	简单相关系数 r_i	贡献率(%) $b_i \times r_i$	权重系数(%) W_i
身高标准体重(B_1)	0.422	0.417	17.61	18
立位体前屈(B_2)	0.364	0.544	19.80	20
闭眼站立(B_3)	0.600	0.334	20.04	20
台阶指数(B_4)	0.579	0.497	28.78	29
胸围/腰围(B_5)	0.348	0.385	13.39	13

表 5 40 岁(含)以下女子选中指标的贡献率与权重系数

指 标	标准化偏回归系数 b_i	简单相关系数 r_i	贡献率(%) $b_i \times r_i$	权重系数(%) W_i
身高标准体重(C_1)	0.339	0.314	10.629 3	11
立位体前屈(C_2)	0.312	0.298	9.297 6	9
纵跳(C_3)	0.281	0.332	9.329 2	9
往返跑(C_4)	0.34	0.186	6.324 0	6
仰卧起坐(C_5)	0.345	0.334	11.523 0	12
台阶指数(C_6)	0.643	0.454	29.192 2	29
胸围/腰围(C_7)	0.333	0.311	10.370 7	10
旋转平衡(C_8)	0.331	0.277	9.168 7	9
1000 m 跑(C_9)	0.343	0.159	5.453 7	5

表6 40岁以上女子选中指标的贡献率与权重系数

指 标	标准化偏回归系数 b_i	简单相关系数 r_i	贡献率(%) $b_i \times r_i$	权重系数(%) W_i
身高标准体重(D_1)	0.360	0.463	16.62	17
立位体前屈(D_2)	0.330	0.629	20.76	21
闭眼站立(D_3)	0.489	0.385	18.83	19
胸围/腰围(D_4)	0.374	0.384	14.38	14
台阶指数(D_5)	0.531	0.544	28.89	29

(2)体质综合评价数学模型的建立。以各项测试指标的权重为系数,将该系数与该项指标的得分相乘,然后求和,即建立起体质总体评价数学模型。

1)40岁(含)以下男子体质总体评价数学模型。

$$\sum Y = 0.12X_1 + 0.12X_2 + 0.29X_3 + 0.09X_4 + 0.09X_5 + 0.08X_6 + 0.10X_7 + 0.06X_8 + 0.08X_9$$

其中 $\sum Y$ 为体质总体得分, X_1 为身高标准体重得分, X_2 为立位体前屈得分, X_3 为台阶指数得分, X_4 为旋转平衡得分, X_5 为胸围/腰围得分, X_6 为10 m×4往返跑得分, X_7 为纵跳得分, X_8 为俯卧撑得分, X_9 为1 500 m跑得分。

2)41岁(含)以上男子体质总体评价数学模型:

$$\sum Y = 0.18X_1 + 0.20X_2 + 0.20X_3 + 0.29X_4 + 0.12X_5$$

其中, $\sum Y$ 为体质总体得分, X_1 为身高标准体重得分, X_2 为立位体前屈得分, X_3 为闭眼站立得分, X_4 为台阶指数得分, X_5 为胸围/腰围得分。

3)40岁(含)以下女子体质总体评价数学模型:

$$\sum Y = 0.11X_1 + 0.10X_2 + 0.09(X_3 + X_4 + X_5) + 0.06X_6 + 0.12X_7 + 0.29X_8 + 0.05X_9$$

其中 $\sum Y$ 为体质总体得分, X_1 为身高标准体重得分, X_2 为胸围/腰围得分; X_3 、 X_4 、 X_5 分别为立位体前屈、纵跳、旋转平衡得分; X_6 为往返跑得分; X_7 为仰卧起坐得分; X_8 为台阶指数得分; X_9 为1 000 m跑得分。

4)41岁(含)以上女子体质总体评价数学模型。

$$\sum Y = 0.17X_1 + 0.21X_2 + 0.19X_3 + 0.29X_4 + X_5 + 0.14X_6$$

其中, $\sum Y$ 为体质总体得分, X_1 为身高标准体重得分, X_2 为立位体前屈得分, X_3 为闭眼站立得分, X_4 为台阶指数得分, X_5 为胸围/腰围得分。

(3)各分类体质评价的数学模型。

1)身体形态评价的数学模型。男女各年龄组身体形态的评价指标都包括身高标准体重和胸围/腰围。以这两项指标得分的总分为因变量,分别以两项指标的得分为自变量,再进行逐步回归,得到标准化偏回归系数(b_i)和简单相关系数(r_i),并将 $b_i \times r_i$ 得到两项指标的贡献率($b_i \times r_i$)和权重系数(W_i)(见表7)。

表7 身体形态评价指标的贡献率与权重系数

身体形态指标	40岁(含)以下男		41岁(含)以上男		40岁(含)以下女		41岁(含)以上女	
	$b_i \times r_i$	W_i	$b_i \times r_i$	W_i	$b_i \times r_i$	W_i	$b_i \times r_i$	W_i
身高标准体重	55.37	55	56.81	57	50.62	51	53.61	54
胸围/腰围	44.63	45	43.19	43	49.38	49	46.39	46

根据以上权重系数可列出如下评价公式:

$$40岁(含)以下男: \sum Y = 0.55X_1 + 0.45X_2$$

$$41岁(含)以上男: \sum Y = 0.57X_1 + 0.43X_2$$

$$40岁(含)以下女: \sum Y = 0.51X_1 + 0.49X_2$$

$$41岁(含)以上女: \sum Y = 0.54X_1 + 0.46X_2$$

其中 $\sum Y$ 为身体形态得分, X_1 为身高标准体重得分, X_2 为胸围/腰围得分。

2)身体素质评价的数学模型。以身体素质各项评价指标得分之和为因变量,以各项单项指标得分为自变量,进行逐步回归分析,得到各项的标准化偏回归系数(b_i)和简单相关系数(r_i),并将 $b_i \times r_i$ 得到两项指标的贡献率($b_i \times r_i$)和权重系数(W_i)(见表8)。

根据表8权重系数,可列出如下身体素质的评价的数学模型:

$$40岁(含)以下男: \sum Y = 0.19X_1 + 0.15X_2 + 0.12X_3 + 0.17X_5 + 0.16X_6 + 0.21X_8$$

$$40岁(含)以下女: \sum Y = 0.17X_1 + 0.15X_2 + 0.18X_4 + 0.17X_5 + 0.14X_7 + 0.20X_8$$

$$41岁(含)以上男: \sum Y = 0.50(X_8 + X_9)$$

$$41岁(含)以上女: \sum Y = 0.52X_8 + 0.48X_9$$

其中 $\sum Y$ 为身体素质得分, X_1 为纵跳得分, X_2 为往返跑得分, X_3 为俯卧撑得分, X_4 为仰卧起坐得分, X_5 为旋转平衡得分, X_6 为1 500 m跑得分, X_7 为1 000 m跑得分, X_8 为立位体前屈得分, X_9 为闭眼站立得分。

表8 身体素质评价指标的贡献率与权重系数

身体形态指标	40岁(含)以下男		41岁(含)以上男		40岁(含)以下女		41岁(含)以上女	
	$b_i \times r_i$	W_i	$b_i \times r_i$	W_i	$b_i \times r_i$	W_i	$b_i \times r_i$	W_i
纵跳	18.78	19			17.32	17		
往返跑	15.30	15			14.65	15		
俯卧撑	12.00	12						
仰卧起坐					18.05	18		
旋转平衡	17.21	17			17.34	17		
1500 m跑	15.87	16						
1000 m跑					13.91	14		
立位体前屈	21.17	21	49.67	50	19.60	20	51.90	52
闭眼站立			50.33	50			48.09	48

3) 身体机能的评价。由于身体机能指标中被选中的只有台阶指数,主要反应心脏功能的好坏。台阶指数在各年龄组体质总分的相关系数和对身体机能的贡献率都很大,可以将它作为身体机能的评价指标。因此台阶指数的得分就是身体机能的得分。

4) 力量素质与有氧耐力评价的数学模型。对40岁(含)以下男女的体质评价中,与力量素质相关的指标涉及到纵跳与俯卧撑(女:仰卧起坐)两项,与有氧耐力有关的指标涉及到台阶实验和1500 m跑(女:1000 m跑)两项。根据前面的逐步回归分析方法,同样可建立这两项素质综合评价的数学模型:

力量素质: $\sum Y = 0.40X_1 + 0.60X_2$ (男), $\sum Y = 0.44X_1 + 0.56X_3$ (女), 其中 $\sum Y$ 为力量素质得分, X_1 为纵跳得分, X_2 为俯卧撑得分, X_3 为仰卧起坐得分。

有氧耐力: $\sum Y = 0.42X_1 + 0.58X_2$ (男), $\sum Y = 0.49X_1 + 0.51X_3$ (女), 其中 $\sum Y$ 为有氧耐力得分, X_1 为台阶实验得分, X_2 为1500 m跑得分; X_3 为1000 m跑得分。

3 结论

(1) 本研究对年龄段进行了细分,尤其是身高标准体重这一指标的年龄段与其它指标采用同样的划分标准,这样不仅使身体形态的评价更准确地反映体形随年龄变化的特点,也使形态类指标与机能类、素质类指标的年龄特征研究更具一致性和可比性。

(2) 在贡献率的确定上,本文采用的是经逐步回归分析得来的“标准化偏回归系数”与“简单相关系数”的乘积,与一

般统计方法所采用的“ $V = r^2/1$ ”不同。本文认为,通过这种方法确定贡献率更准确、更客观。

(3) 体质综合评价中,身体形态、身体机能、身体素质所占“权重”在不同年龄段有轻微区别,在40岁以下年龄段中,三者权重的比例依次为2:3:5,而在40岁以上年龄段中,三者权重比例依次为3:3:4。这一结果既完全与前人利用“简单相关分析”结果相吻合,也体现了“受遗传因素影响较小的指标享有较小的权重,而那些通过体育锻炼可以明显地改变体质状况的指标享有较大的权重”这一基本观点。

(4) 本文利用百分位数法制定了《中国军人体质评价标准》;在对每一个样本各项选中指标进行评分之后,进行逐步回归分析,建立了体质总体、身体形态、身体机能、身体素质、有氧耐力和力量素质共6种体质评价的数学模型。这些模型的建立以及评价标准的制定为计算机评价系统的实现提供了基本算法,也为《中国军人体质评价系统软件》的开发提供了可能。

参考文献:

- [1] 祁国鹰. 体育用多元分析[M]. 北京:北京体育大学出版社,1998.
- [2] 中国体育科学学会体质研究会. 体质测定[M]. 北京:人民体育出版社,1984.
- [3] 袁震东. 数学建模[M]. 上海:华东师范大学出版社,1997.

[编辑:邓星华]