

主成分分析在学生体形与身体素质综合评价中的应用

董艳国¹, 林 晓²

(1. 黑龙江八一农垦大学 军体部, 黑龙江 密山 158308; 2. 建三江七星三中, 黑龙江 建三江 156300)

摘 要 将主成分分析的方法引入到判定学生体形和身体素质状况中, 取得较好的应用效果, 说明主成分分析方法是一种较好的评价和判定具有多指标的样本状况的方法。

关 键 词 主成分分析; 体形; 身体素质; 综合评价

中图分类号: G80-32 **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-7116(2002)04-0074-02

Application of chief composition analysis in comprehensive evaluation of students' figures and fitness

DONG Yan-guo¹, LIN Xiao²

(1. Army and Physical Education Department, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Mishan 158308, China; 2. The Third Middle School in Jiansanjiang, Jiansanjiang 156300, China)

Abstract: In this article, chief composition analysis is applied to evaluation of students' figures and fitness, and it has achieved good applied effects. This illustrates that chief composition analysis is a good method of appraising and judging samples of many targets.

Key words: chief composition analysis; figures; physical fitness; comprehensive evaluation

培养德智体全面发展的大学生是高等院校的基本任务, 锻炼和培育大学生强健体魄是其中的一项重要教育内容。大学生在校学习4年期间, 要接受多方面、多项目的体育锻炼, 如何科学合理地评价一名大学生的身体素质, 也是大学体育的一个重要课题。目前系统科学评价大学生身体素质的研究比较缺乏, 大多是凭各单科成绩而定。有鉴于此, 本文采用主成分分析的方法来研究大学生身体素质综合评价。

1 评价指标体系的建立

根据目前大多数高等院校所开设的体育教学内容和学生素质的表现来看, 以身高(x_1)、体重(x_2)、坐高(x_3)、胸围(x_4)为评价体形的指标; 以肺活量(x_5)为评价机能指标; 以立定跳远(x_6)、铅球(x_7)、50 m或100 m(x_8)、800 m或1 000 m(x_9)、跑、1 min仰卧起坐/引体向上(x_{10})成绩作为评价学生身体素质的指标。

2 主成分分析

考虑到体形和身体素质有多个指标, 采用主成分分析的方法作为评价学生体形和身体素质的方法。主成分分析方法是多元统计分析中的一种分析方法, 它是研究如何将多指标问题化为较少的新的指标问题, 并且这些新指标既是互不相关, 又能综合反映原来多个指标的信息, 是原来多个指标

的线性组合。

我们分别随机测定50名女学生和50名男学生的各项数据。由于数据较多, 在此不作列表显示。

2.1 主成分分析方法

(1) 数据采集: 根据确定的样本指标, 测定和收集各样本的各项指标, 建立样本数据阵;

(2) 由样本数据阵求出样本协方差阵 S ;

(3) 求出 S 的按大顺序排列的特征根 $p_i (i = 1, 2, \dots, m)$

及其贡献率和累积贡献率; 贡献率的计算公式为 $\frac{P_i}{\sum P_i} (i = 1, 2, \dots, m)$;

(4) 求出样本协方差阵 S 的对应于其特征根 p_i 的正规范化的特征向量 $q_i (i = 1, 2, \dots, m)$;

(5) 求出使累计贡献率达到85%以上的前 K 个主成分。

2.2 学生体形的主成分分析

以女学生为例, 经计算, 女学生的体形指标的协方差阵为:

$$V = \begin{vmatrix} 19.4 & & & \\ 10.5 & 23.56 & & \\ 6.59 & 19.71 & 20.95 & \\ 8.63 & 7.97 & 3.93 & 7.55 \end{vmatrix}$$

列出 V 的特征方程:

$$|V - \lambda I| = 0$$

解出特征值:

$$\lambda_1 = 50.46 \quad \lambda_2 = 16.65 \quad \lambda_3 = 3.88 \quad \lambda_4 = 1.00$$

相应的向量矩阵:

$$L_1 = (0.42 \quad 0.66 \quad 0.57 \quad 0.36), L_2 = (0.78, -0.23, -0.47 \quad 0.34)$$

主成分的贡献率和累计贡献率结果见表1。

表1 主成分贡献率和累计贡献率

主成分	贡献率	累计贡献率
y_1	0.70	0.7
y_2	0.23	0.93
y_3	0.05	0.98
y_4	0.02	1.00

由累计贡献率可以判定:

只用2个主成分即可足够表示体形各指标的信息:

$$y_1 = 0.42x_1 + 0.66x_2 + 0.57x_3 + 0.26x_4$$

$$y_2 = 0.78x_1 - 0.23x_2 - 0.47x_3 + 0.34x_4$$

通过对2个主成分分析,可以这样解释:

y_1 是丰满型指标; y_2 是苗条型指标。

于是,根据这2个主成分就可以判定某个女学生的体形情况。将某女学生的各项体形测定的指标代入以上2个主成分中,求的 y_1 和 y_2 的值,若某女学生的 y_1 很大,而 y_2 较小,则可以判定该女学生是肥胖型的,反之则是苗条型的。

同理,利用上述的计算方法计算出男学生的体形主成分并加以分析判断。

2.3 学生身体素质的主成分分析

以男学生为例,根据前面介绍的主成分方法计算学生身体素质的主成分:

学生身体素质指标协差阵的特征值为:

$$\lambda_1 = 2.284 \quad \lambda_2 = 8.609 \quad \lambda_3 = 2.218 \quad \lambda_4 = 0.46 \quad \lambda_5 = 0.11$$

第1主成分:

$$y_1 = 0.99x_1 - 0.01x_2 - 0.01x_3 - 0.01x_4 + 0.01x_5$$

$$y_2 = -0.2x_1 - 0.01x_2 - 0.15x_3 + 0.98x_5$$

第1主成分和第2主成分的累计贡献率已经超过了90%,所以只用这2个主成分就可以代表各项体育成绩的信息。

通过对这2个主成分的分析,可以确定:

第1主成分 y_1 是耐力指标,第2主成分 y_2 是力量型指标。若某男学生的 y_1 大,而 y_2 小,说明该学生耐力强,而力量弱。从而,可以根据这2个主成分的计算结果来判定某学生的身体类型。

3 讨论

通过以上的计算和分析,可以看出,主成分分析方法是一种很好的判断评价具有多指标的学生身体状况的方法,它可以有助于正确评定学生身体状况,进而科学地指导学生的体育锻炼和开展体育课堂教学。

在应用主成分分析方法时,也要注意以下几点问题:不同区域、不同专业、不同来源、不同性别和不同年龄阶段的学生的主成分指标是不同的,在实际应用中一定要根据实际学生群体的实测值来建立主成分;不同的体育成绩指标构成,其主成分也是不同,要根据实际情况确定主成分的指标构成,主成分分析方法是线性组合各项指标构成主成分,尽管能够代表90%以上的各项指标信息,仍不能完全代替各项指标的信息,在实际应用时要与各项指标综合使用。

本文仅仅是将主成分的分析方法在评定学生身体状况中的应用加以探讨,定会有不当之处,我们将在今后作进一步的研究,不断完善这种方法在学生身体评价中的应用。

参考文献:

- [1] 裴鑫德. 多元统计分析及其应用[M]. 北京:北京农业大学出版社,1991.
- [2] 缪柏其. 主成分分析和因子分析在体检数据分析中的应用[J]. 数理统计与管理,2000,(6):14-15.

[编辑:李寿荣]