

DOI:10.3724/SP.J.1008.2009.00036

## 主成分分析法评估地理分布对成年人肺顺应性参考值的影响

曹利霞,葛 森\*,何进伟

陕西师范大学旅游与环境学院,西安 710062

**[摘要]** **目的:**探讨中国健康成年人肺顺应性的参考值与地理因素的关系规律,为制定中国健康成年人肺顺应性参考值的标准提供科学依据。**方法和结果:**收集了全国46个市县的4 489例(2 726例男性,1 763例女性)健康成年人的肺顺应性参考值,运用相关分析法分析了肺顺应性参考值与地理指标之间的相关性,多重共线性诊断法诊断5个地理指标[海拔高度( $X_1$ ),年日照时数( $X_2$ ),年平均气温( $X_3$ ),年平均相对湿度( $X_4$ ),年降水量( $X_5$ )]的共线性,然后用主成分分析的方法分析成年人肺顺应性参考值与地理指标的关系,可得应变量 $\hat{Y}$ 与原自变量 $X_1 \sim X_5$ 的线性回归方程: $\hat{Y} = 0.079 - 0.000\ 001\ 66X_1 - 0.000\ 032\ 3X_2 - 0.002\ 21X_3 + 0.001\ 47X_4 - 0.000\ 017\ 4X_5 \pm 0.021$ 。即为主成分回归分析法求得的线性回归模型。**结论:**如果我们知道了中国某地的地理指标,就可以用回归方程计算出这个地区健康成年人肺顺应性的参考值范围。

**[关键词]** 主成分分析;肺顺应性;参考值;地理指标

**[中图分类号]** R 563 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2009)01-0036-04

### Principal component analysis of geographic influence on adult lung compliance

CAO Li-xia, GE Miao\*, HE Jin-wei

College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China

**[ABSTRACT]** **Objective:** To study the relationship between the lung compliance and the geographic factor in healthy Chinese adults, so as to provide scientific evidence for establishing the standard value of lung compliance for healthy Chinese adults. **Methods and Results:** We collected the lung compliance data from 4 489 (2 726 males, 1 763 females) healthy adult Chinese from 46 cities and counties across China. The relationship between lung compliance data and geographic factors (altitude [ $X_1$ ], annual sunshine duration [ $X_2$ ], annual mean air temperature [ $X_3$ ], annual mean relative humidity [ $X_4$ ], and annual precipitation [ $X_5$ ]) were assessed by correlative analysis and co-linearity diagnostics. Then we analyzed the relationship between the reference value and the geographical factors by using the method Principal Component Analysis. The regression equation was:  $\hat{Y} = 0.079 - 0.000\ 001\ 66X_1 - 0.000\ 032\ 3X_2 - 0.002\ 21X_3 + 0.001\ 47X_4 - 0.000\ 017\ 4X_5 \pm 0.021$ . **Conclusion:** If geographical factors of an area are obtained, the reference value range of healthy adult lung compliance of this area can be calculated by using the regression equation.

**[KEY WORDS]** principal component analysis; lung compliance; reference value; geographical factors

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2009, 30(1):36-39]

肺顺应性作为肺功能检查项目之一,是反映肺弹性阻力的主要生理参数。肺顺应性是呼吸力学参数之一,测量呼吸力学参数可以从生物力学角度分析呼吸过程;测量肺顺应性有助于深入了解肺内气体的传输和分布;定量研究肺顺应性的改变,对于研究慢性阻塞性肺疾病的发病机制非常重要,而且肺顺应性的测定在临床麻醉和复苏方面也起着重要的作用<sup>[1]</sup>。目前,国内外缺乏肺顺应参考值的统一标

准,影响了临床诊断的准确性。本研究用主成分分析的方法探讨了中国部分地区健康成年人肺顺应性的参考值与地理因素的关系,发现有一定的规律性。

### 1 资料

1.1 肺顺应性参考值 收集了中国大部分地区的有关研究单位和医院测定的健康成年人肺顺应性的参考值(各地区统计数据种族差异无统计学意义,所

**[收稿日期]** 2008-06-05 **[接受日期]** 2008-10-30

**[基金项目]** 国家自然科学基金(40671005). Supported by National Natural Science Foundation of China(40671005).

**[作者简介]** 曹利霞,硕士生. E-mail: caolixia0712@126.com

\* 通讯作者(Corresponding author). Tel: 029-85310532, E-mail: gemiao@snnu.edu.cn

收集数据均为长期居住在该地区的健康人<sup>[2-34]</sup>, 年龄范围 18~79 岁, 这些单位分布于中国 31 个省、市、自治区, 缺乏台湾省、香港特别行政区、澳门特别行政区的资料, 东部平原地区的资料多于西部高原地区的资料。

1.2 地理资料 地理资料主要选取的指标是海拔高度( $X_1, m$ )、年日照时数( $X_2, h$ )、年平均气温( $X_3, ^\circ C$ )、年平均相对湿度( $X_4, \%$ )、年降水量( $X_5, mm$ )等 5 项指标。这 5 项指标来源于国家测绘局数据中心提供的共享资料、国家气象局数据中心提供的共享资料以及有关地理著作和词典<sup>[35]</sup>。

## 2 方法和结果

2.1 相关分析法 运用相关分析法分析出健康成年人肺顺应性参考值与海拔高度( $X_1$ ), 年日照时数( $X_2$ ), 年平均气温( $X_3$ ), 年平均相对湿度( $X_4$ ), 年降水量( $X_5$ )的单相关系数分别是:  $r_1 = 0.188 (P_1 = 0.119)$ 、 $r_2 = -0.625 (P_2 = 0.000)$ 、 $r_3 = 0.096 (P_3 = 0.275)$ 、 $r_4 = 0.552 (P_4 = 0.000)$ 、 $r_5 = 0.012 (P_5 = 0.470)$ 。可见年日照时数与健康成年人肺顺应性参考值负相关, 年平均相对湿度与健康成年人肺顺应性参考值正相关, 海拔高度、年平均气温和年降水量与健康成年人肺顺应性参考值无相关性。

2.2 多重共线性诊断 运用多重共线性诊断海拔

高度( $X_1$ )、年日照时数( $X_2$ )、年平均气温( $X_3$ )、年平均相对湿度( $X_4$ )、年降水量( $X_5$ )等 5 项地理指标之间的共线性, 方差膨胀因子(VIF)分别为:  $VIF_1 = 1.156$ ,  $VIF_2 = 8.462$ ,  $VIF_3 = 4.952$ ,  $VIF_4 = 11.194$ ,  $VIF_5 = 6.679$ 。从这些 VIF 值可以看出, 这些地理指标之间存在共线性, 故选用主成分分析法。

2.3 主成分分析法 主成分分析(principal component analysis)思想是通过降维过程, 将多个相互关联的数值指标转化为少数几个互不相关的综合指标的统计方法, 即用较少的指标来代替和反映原来较多的信息, 这些综合后的指标就是原来多指标的主要成分<sup>[36]</sup>。因为各个地理指标之间存在一定的相关性, 所以选择用主成分分析法分析。

2.3.1 提取主成分 对选取的原始的变量海拔高度( $X_1$ ), 年日照时数( $X_2$ ), 年平均气温( $X_3$ ), 年平均相对湿度( $X_4$ ), 年降水量( $X_5$ )5 项地理指标采用主成分分析法提取主成分(表 1、图 1)。

表 1 是主成分的统计信息, 包括特征根由大到小的次序排列, 各主成分的贡献率及累积贡献率; 由于前 3 个主成分的累积贡献率达 96.308%, 说明它们包含了各原有数据 96.308% 的信息。由图 1 可知, 碎石图呈下降趋势, 前 3 个特征值变化较快, 第 4 个和第 5 个趋于平稳, 因此提取前 3 个主成分来代替原有变量来进行主成分分析。

表 1 总方差解释

Tab 1 Explanation of total variance

Component	Initial eigenvalues			Extraction sums of squared loadings		
	Total	% of variance	Cumulative/%	Total	% of variance	Cumulative/%
1	3.132	62.641	62.641	3.132	62.641	62.641
2	1.162	23.232	85.874	1.162	23.232	85.874
3	0.522	10.435	96.308	0.522	10.435	96.308
4	0.140	2.790	99.098	0.140	2.790	99.098
5	0.045	0.902	100.000	0.045	0.902	100.000

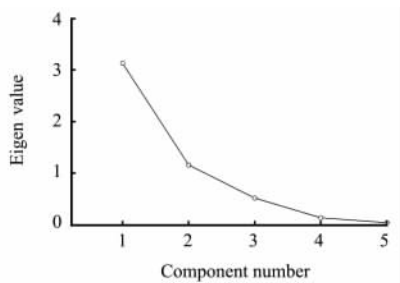


图 1 碎石图

Fig 1 Screen plot

2.3.2 主成分的表达式 通过表 2 的得分系数矩阵可将所有主成分表示为各个变量的线性组合。3 个主成分的表达如下(公式一):  $Z_1 = 0.012\text{std}X_1 - 0.275\text{std}X_2 + 0.278\text{std}X_3 + 0.296\text{std}X_4 + 0.281\text{std}X_5$ ;  $Z_2 = 0.803\text{std}X_1 - 0.267\text{std}X_2 - 0.215\text{std}X_3 + 0.171\text{std}X_4 - 0.264\text{std}X_5$ ;  $Z_3 = 0.688\text{std}X_1 + 0.701\text{std}X_2 + 0.656\text{std}X_3 - 0.495\text{std}X_4 + 0.527\text{std}X_5$ 。这里,  $\text{std}X_i (i=1, 2, 3, 4, 5)$  表示标准指标变量。

表 2 因子得分系数矩阵

Tab 2 Component score coefficient matrix

Index	Component				
	1	2	3	4	5
X <sub>1</sub>	0.012	0.803	0.688	0.168	-0.102
X <sub>2</sub>	-0.275	-0.267	0.701	0.870	2.658
X <sub>3</sub>	0.278	-0.215	0.656	-1.726	1.191
X <sub>4</sub>	0.296	0.171	-0.495	0.897	3.167
X <sub>5</sub>	0.281	-0.264	0.527	1.612	-1.911

根据表 3 标准指标变量的公式为:  $stdX_1 = (X_1 - 189.773)/337.159$ ;  $stdX_2 = (X_2 - 2150.637)/517.141$ ;  $stdX_3 = (X_3 - 15.388)/4.230$ ;  $stdX_4 = (X_4 - 71.488)/8.655$ ;  $stdX_5 = (X_5 - 1026.275)/458.600$ 。

表 3 描述统计

Tab 3 Descriptive statistics

Index	Mean	Std. Deviation
X <sub>1</sub>	189.773	337.159
X <sub>2</sub>	2150.636	517.141
X <sub>3</sub>	15.388	4.230
X <sub>4</sub>	71.488	8.655
X <sub>5</sub>	1026.275	458.600

2.3.3 回归方程 运用主成分分析法得出应变变量与主成分之间的线性回归方程为:  $\hat{Y} = 0.062 + 0.011Z_1 + 0.012Z_2 - 0.015Z_3 \pm 0.021 (F=14.951, P=0.000)$ 。

将公式一及标准指标变量代入上述回归方程中得出肺顺应性参考值与地理指标之间的线性回归方程为:  $\hat{Y} = 0.079 - 0.00000166X_1 - 0.0000323X_2 - 0.00221X_3 + 0.00147X_4 - 0.0000174X_5 \pm 0.021$ 。

该公式即为用主成分分析方法求得的线性回归模型。在该回归方程中,  $\hat{Y}$  是健康成人肺顺应性参考值(L/cmH<sub>2</sub>O, 1 cmH<sub>2</sub>O=0.098 kPa),  $X_1$  是海拔高度(m),  $X_2$  是年日照时数(h),  $X_3$  是年平均气温(°C),  $X_4$  是年平均相对湿度(%),  $X_5$  是年降水量(mm), 0.021 为标准差。

### 3 讨论

地理环境是由大气、水、土壤、生物和矿物等各种地理要素组成的有机整体,它是人类赖以生存的物质基础。人的机体和地理环境处在一个矛盾统一的过程中。生命有机体一方面不断地从环境中摄取生命活动需要的物质,同时,生命活动的代谢产物及

人类的生活行为、方式也在不断地影响地理环境。因此,相同地理环境下肺顺应性参考值应该相近,不同地理环境下肺顺应性参考值应该相差较大,肺顺应性参考值与地理因素之间应该有依赖关系。本着这一设想,本研究选取海拔高度( $X_1$ , m)、年日照时数( $X_2$ , h)、年平均气温( $X_3$ , °C)、年平均相对湿度( $X_4$ , %)、年降水量( $X_5$ , mm)等 5 项指标作为观察对象,研究了这 5 项指标与中国健康成人肺顺应性的关系。从单相关系数可以看出,随着海拔高度( $X_1$ )的逐渐增高,健康成人肺顺应性参考值也在逐渐升高,相关性不显著;随着年日照时数( $X_2$ )的逐渐延长,健康成人的肺顺应性参考值却在逐渐减小,相关性很显著;随着年平均气温( $X_3$ )的逐渐升高,健康成人的肺顺应性参考值也在逐渐增大,相关性不显著;随着年平均相对湿度( $X_4$ )的逐渐增大,健康成人的肺顺应性参考值也在逐渐增大,相关性很显著;随着年降水量( $X_5$ )的逐渐增大,健康成人的肺顺应性参考值也在逐渐增大,相关性不明显。

中国领土辽阔广大,气候类型复杂多样。从以上分析的结果可以看出,年日照时数和年平均相对湿度是影响人体肺顺应性的主要地理指标。我国位于亚欧大陆的东南部,且由于我国地形结构多样,地势西高东低,年日照时数从东、南向西北内陆增大,年内相对湿度从东、南向西北内陆减少。

如果我们知道了中国某地的海拔高度( $X_1$ ),年日照时数( $X_2$ ),年平均气温( $X_3$ ),年平均相对湿度( $X_4$ ),年降水量( $X_5$ )5 项指标,就可以用 2.3.3 项下模型方程来估算出该地的健康成年人肺顺应性的参考值。例如北京的海拔高度( $X_1$ )为 31.3 m,年日照时数( $X_2$ )为 2763.7 h,年平均气温( $X_3$ )为 12.3°C,年平均相对湿度( $X_4$ )为 60.0%,年降水量( $X_5$ )为 571.9 mm,代入公式可估算出北京成年人肺顺应性参考值为(0.041±0.021) L/cm H<sub>2</sub>O。

应用 SPSS 统计软件,运用配对样本  $t$  检验,比较了健康成年人肺顺应性参考值的预测值与实测值,配对  $t$  检验的统计量  $t$  为 0.477,所对应的双侧  $P$  值为 0.636>0.05,故可以认为健康成年人肺顺应性参考值的预测值与实测值之间的差别无统计学意义。

### [参考文献]

[1] 黄从新,程邦昌. 现代心肺脑复苏学[M]. 北京:人民卫生出版社,1997.

- [2] 陶仲为. Fz-1 型肺阻抗分析仪测定慢性阻肺患者的呼吸阻抗[J]. 温州医学院学报, 1986, 16: 26-28.
- [3] 吴惠敏, 周钰, 胡秀珍, 胡炳熊, 潘惠芬, 朱丽君. 中老年长跑者的肺功能测定[J]. 上海第二医科大学学报, 1986, 3: 232-234.
- [4] 罗炎杰, 张仲杨, 殷大奎, 叶馨. 肺顺应性有效值的间接测定法及其临床应用[J]. 华西医科大学学报, 1987, 18: 64-67.
- [5] 罗炎杰, 袁玉如, 叶蕊, 何太灵, 陈文彬. 用力肺活量-时间曲线临床应用的探讨(10年研究总结)[J]. 华西医学, 1992, 7: 125-127.
- [6] 张惠民, 何农, 赵丽. 胸肺顺应性对异氟醚肺泡浓度的影响[J]. 中华麻醉学杂志, 1999, 19: 587-588.
- [7] 黄晓军, 罗启东, 张晓薇, 欧阳葆怡. 妇科腹腔镜手术气腹及体位对呼吸循环功能的影响[J]. 实用医学杂志, 1999, 15: 719-721.
- [8] 马正良, 顾卫东, 申文. 安氟醚复合异丙酚麻醉对肺内分流及肺顺应性影响的研究[J]. 徐州医学院学报, 2000, 24: 373-374.
- [9] 董庆龙, 欧阳葆怡. 腹腔镜胆囊切除术对呼吸循环功能的影响[J]. 中华医学杂志, 2000, 24: 39-40.
- [10] 易宏达, 方俊标. 腹腔镜的胆囊手术中 CO<sub>2</sub> 气腹对肺顺应性的影响[J]. 中国厂矿医学, 2000, 13: 363-364.
- [11] 蔡杰衡, 张国根, 陈志峰, 李红英. 咪唑啉仑对肺顺应性相关参数的影响[J]. 广东医药, 2000, 11: 970-971.
- [12] 周迅, 谢红, 陈培敏, 李华. 腹腔镜胆囊切除术对循环和呼吸的影响[J]. 苏州医学院学报, 2000, 20: 953-954.
- [13] 孙艳红, 王俊科, 崔涌. 地氟醚吸入麻醉对气道阻力、肺顺应性和气道压的影响[J]. 中国医科大学学报, 2003, 32: 159-161.
- [14] 来鸣, 任蔚虹, 杨明丽. 膨肺对机械通气相关肺不张的影响[J]. 中华护理杂志, 2003, 38: 451-453.
- [15] 徐传清, 陈文钊, 马俊杰, 杨成河, 宋丙章. 抑肽酶对体外循环炎症反应及肺损伤的作用[J]. 实用医药杂志, 2003, 20: 88-89.
- [16] 吴琨, 李成辉, 贾乃光. 麻醉中吸入溴化异丙托品对肺顺应性及气道阻力的影响[J]. 中日友好医院学报, 2004, 18: 25-26.
- [17] 高岚, 王天龙, 杨拔贤, 刘春义. 心脏瓣膜置换术病人体外循环后肺损伤的机制[J]. 中华麻醉学杂志, 2004, 24: 501-503.
- [18] 张瑞林, 郭政, 潘芳, 陈丽, 张宝牛, 丁明辉. 单侧肺通气时肺功能、血管紧张素 E 与白介素 28 的变化及意义[J]. 临床医药实践杂志, 2004, 13: 171-173.
- [19] 郑瑛, 屈强, 王晓斌, 唐显玲. 参附注射液对体外循环后肺顺应性和呼吸指数影响的临床观察[J]. 四川医学, 2005, 26: 177-179.
- [20] 邵益萍, 潘学文, 朱卫东. 非开胸手术患者静脉全麻中肺顺应性的变化[J]. 中华麻醉学杂志, 2005, 25: 399.
- [21] 方俊标, 骆晓攀, 周冰, 许林海. 胸腔镜术中 CO<sub>2</sub> 人工气胸对肺顺应性及肺内血分流的影响[J]. 现代实用医学, 2005, 17: 739-740.
- [22] 杨光平, 蔡伟华, 曹殿青, 姚业兴. 异丙酚对体外循环患者肺保护作用的研究[J]. 实用医技杂志, 2007, 27: 281-283.
- [23] 周舟, 唐翠兰. 全麻中呼气末正压通气对肺顺应性的改变[J]. 临床医学, 2000, 20: 3-5.
- [24] 蔡杰衡, 张国根, 陈志峰, 李红英. 咪唑啉安定对肺顺应性的影响[J]. 实用医学杂志, 2000, 16: 913-914.
- [25] 杨贺飞, 朱蕾. 安氟醚对肺顺应性的影响[J]. 云南医药, 1995, 16: 193.
- [26] 张锦, 李莉, 邵娟. 腹腔镜胆囊切除术气腹对呼吸力学的影响及其呼吸参数的调整[J]. 中国内镜杂志, 2005, 11: 22-24.
- [27] 李少君, 李亚丽, 白智萍, 陶明哲. 腹腔镜胆囊切除术中气腹压对 COPD 患者呼吸力学的影响[J]. 咸宁学院学报: 医学版, 2004, 18: 411-413.
- [28] 洪涛, 闻大翔, 皋源, 杭燕南. 老年病人围术期呼吸力学变化与术后低氧血症的关系[J]. 上海第二医科大学学报, 2004, 24: 919-922.
- [29] 张晓波, 罗艳, 阮景德, 夏征, 吴畏. 常规 CO<sub>2</sub> 气腹与自制腹壁提升器无气腹 LC 的随机比较分析[J]. 中国内镜杂志, 2004, 10: 58-60.
- [30] 李晓红, 张国庆, 孙成英, 李悦, 杨宏, 付景辉. 全麻或全麻联合硬膜外麻醉下腹腔镜胆囊切除术病人心率变异性及血液动力学的变化[J]. 中华麻醉学杂志, 2006, 26: 89-90.
- [31] 靳三庆, 陈明全, 王钟兴. 不同新鲜气体流量对潮气量及通气相关参数的影响[J]. 南方医科大学学报, 2006, 26: 1524-1526.
- [32] 冯国辉, 雷志礼, 宇鹏, 姜伟. 乌司他丁对原位肝移植术肺损伤的保护作用[J]. 临床麻醉学杂志, 2006, 22: 228-229.
- [33] 黄珺. 长托宁雾化吸入对机械通气病人呼吸力学的影响[J]. 护理研究, 2006, 20: 179-180.
- [34] 苏跃, 耿万明, 刘伟, 郑晖. 全麻下单肺通气对肺功能的影响[J]. 中华麻醉学杂志, 1999, 19: 584-585.
- [35] 赵济, 陈传康, 伍光和. 中国地理[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999: 1-382.
- [36] 宇传华. SPSS 与统计分析[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007: 491-506.

[本文编辑] 孙岩