

DOI:10.3724/SP.J.1008.2009.01269

## 基于因子分析的老年男性一秒率参考值与地理因素

闫燕春<sup>1</sup>,葛森<sup>1\*</sup>,王欣<sup>1</sup>,何进伟<sup>1</sup>,曹利霞<sup>1</sup>,王志奎<sup>2</sup>

1. 陕西师范大学旅游与环境学院环境科学教研室,西安 710062

2. 陕西师范大学化学与材料科学学院,西安 710062

**[摘要]** **目的:**为制定老年男性一秒率参考值的统一标准提供科学依据。**方法:**收集了中国26个省、市、自治区的72个市(县)级医院和有关科研单位及高等院校测定的4342例健康老年男性一秒率参考值。运用相关分析、因子分析及GIS软件,研究了其与6项地理因素指标[海拔高度( $X_1$ )、年日照时数( $X_2$ )、年平均气温( $X_3$ )、气温年较差( $X_4$ )、年平均相对湿度( $X_5$ )、年降水量( $X_6$ )]的关系。**结果:**发现老年男性一秒率参考值与地理因素之间有显著的相关关系。利用因子分析及回归分析的方法推导出了一个回归方程  $\hat{y} = 79.2798 + 0.0009015X_1 - 0.0019314X_2 + 0.0019668X_3 - 0.002615X_4 + 0.0012934X_5 + 0.0016503X_6 \pm 1.0328$ ,计算得到的预测值与实测值拟合程度较高( $P < 0.01$ )。借助GIS软件中的地统计模块,通过克里格(Kriging)插值法精确地内插出中国老年男性一秒率参考值的空间趋势分布图。**结论:**知道某地的地理因素值,就可以利用回归方程估算出中国任何地方的老年男性一秒率参考值,也可以通过中国老年男性一秒率参考值的空间趋势分布图得出任何一地的老年男性一秒率参考值。

**[关键词]** 一秒率;参考值;地理因素;因子分析;回归分析**[中图分类号]** R56 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2009)11-1269-05

## Factor analysis-based relationship analysis between geographical factors and value of FEV1.0% in aged Chinese males

YAN Yan-chun<sup>1</sup>, GE Miao<sup>1\*</sup>, WANG Xin<sup>1</sup>, HE Jin-wei<sup>1</sup>, CAO Li-xia<sup>1</sup>, WANG Zhi-kui<sup>2</sup>

1. Department of Environmental Science, College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China

2. College of Chemistry and Material Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062

**[ABSTRACT]** **Objective:** To provide a scientific basis for establishing a standard reference value of FEV1.0% for aged Chinese males. **Methods:** The reference values of FEV1.0% of 4342 healthy aged Chinese males were collected from hospitals, research units, and higher institutions of 72 counties or cities. Correlation analysis, factor analysis and GIS software were used to investigate the relationship between the reference values of FEV1.0% with six geographical factors. **Results:** It was found that the reference values of FEV1.0% in aged Chinese males were significantly associated with geographical factors. Factor analysis and regression analysis yielded a regression equation as:  $\hat{y} = 79.2798 + 0.0009015X_1 - 0.0019314X_2 + 0.0019668X_3 - 0.002615X_4 + 0.0012934X_5 + 0.0016503X_6 \pm 1.0328$ . The fitting degree between the predicted and the measured values was high. With the aid of geostatistical analysis module of GIS spatial analysis and Kriging interpolation method, we interpolated the geographical distribution map of the reference value of FEV1.0% in aged Chinese males. **Conclusion:** The regression equation can be used to accurately calculate the reference value of FEV1.0% for aged Chinese males, if the geographical values for an area are available. The reference value of FEV1.0% can also be obtained by the geography Trend-surface distribution map of an area.

**[KEY WORDS]** FEV1.0%; reference values; geographical factors; factor analysis; regression analysis

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2009, 30(11):1269-1273]

肺功能参考值是临床诊断和疾病防治的基本依据,一秒率(FEV1.0%)是肺功能检查的一项重要指标。但是,目前国内外缺乏一秒率参考值的统一标

准,严重影响了临床诊断的准确性。为制定老年男性一秒率参考值的统一标准提供科学依据,很多文献<sup>[1-23]</sup>测定了本地区的老年男性一秒率参考值。并

**[收稿日期]** 2009-03-16**[接受日期]** 2009-08-26**[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]** 闫燕春,硕士生, E-mail: chunyanan868@sina.com

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

且许多文献研究了肺功能参考值与性别、年龄、身高、体质量、体表面积等的关系,还有一些文献研究了职业、民族、仪器、测定方法等对肺功能参考值的影响。然而,国内外关于地理因素对肺功能参考值影响的研究重视不够。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。人的机体与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地理环境中摄取营养物质,同时也向地理环境排泄废物,在进行这种新陈代谢的物质交换过程中,也伴随有能量的交换,最后形成了人与地理环境物质交换的动态平衡。因此,相同地理环境下的肺功能参考值应该是相同的,不同地理环境下的肺功能参考值应该是不同的,肺功能参考值与地理因素之间应该是有依赖关系的,我国幅员辽阔,不同地区的正常值会存在一定的差别。对老年男性一秒率参考值与地理因素的因子分析,国内外未见报道。本文用相关分析及因子分析的方法研究了中国各地测定的老年男性一秒率参考值与地理因素的关系,发现具有一定的规律性。

### 1 资料

1.1 一秒率参考值 本文收集了中国 26 个省、市、自治区的 72 个市(县)级医院和有关科研单位及高等院校测定的 4 342 例健康老年男性一秒率参考值,平均每个单位测得例数为 60 例,年龄在 60~89 岁之间的老年男性,均为不接触粉尘和毒物、无慢性心肺疾病者,至少 1 个月内无咳嗽,血压、心肺检查正常,心电图、X 射线胸透或 X 射线胸片未见异常。吸烟对肺功能有影响,但吸烟量不大者通气功能无显著改变,而且我国吸烟的健康人比较多,所以也将吸烟不多者考虑在内。这些单位分布在 26 个省、市、自治区,东部平原地区的资料多于西部高原地区的资料。FEV1.0%指 1 s 用力呼气容积(FEV)与用力呼气容积(FVC)的比值,它是常用的判断气道有无阻塞的指标。测定一秒率的方法很多,本实验选用经典的测量方法单筒肺量计测定。方法:填写测试者调查表,包括年龄、职业、工种、工龄、劳动强度、体育锻炼、吸烟史、既往史等项目,并进行血压、心肺听诊、心电图、胸部 X 射线检查,然后测定 FEV1.0%,最后进行统计学处理。

1.2 地理资料 地理资料取材于有关地理著作和辞典<sup>[24-26]</sup>,选取的地理因素指标是:海拔高度( $X_1$ ),年日照时数( $X_2$ )、年平均气温( $X_3$ )、气温年较差

( $X_4$ )、年平均相对湿度( $X_5$ )、年降水量( $X_6$ )。

### 2 方法和模型

2.1 相关分析 应用 SPSS 15.0 统计软件<sup>[27]</sup>,运用相关分析得出老年男性一秒率参考值与  $X_1 \sim X_6$  的单相关系数( $r$ )分别是: $r_1=0.026, r_2=-0.224, r_3=0.311, r_4=-0.344, r_5=0.165, r_6=0.332$ 。自由度为  $N-2=72-2=70$ ,查表得相关系数临界值  $r_{0.05}=0.232, r_{0.01}=0.302$ 。若  $|r|>0.302$ ,那么相关性就很显著;如果  $|r|<0.232$ ,那么相关性不显著;如果  $0.232<|r|<0.302$ ,那么相关性显著。

#### 2.2 因子分析<sup>[26]</sup>

2.2.1 判断变量能否进行因子分析 在进行因子分析之前,先要了解变量之间的相关性来判断进行因子分析是否合适。若大多数变量之间的简单相关系数绝对值 $>0.3$ ,进行因子分析有实际意义。计算 6 个地理因素之间的单相关系数矩阵为:

$$\begin{bmatrix} 1.000 & 0.206 & -0.385 & -0.126 & 0.510 & -0.424 \\ 0.206 & 1.000 & -0.755 & 0.671 & -0.871 & -0.667 \\ -0.385 & -0.755 & 1.000 & -0.841 & 0.734 & 0.841 \\ -0.126 & 0.671 & -0.841 & 1.000 & -0.509 & -0.702 \\ -0.510 & -0.871 & 0.734 & -0.509 & 1.000 & 0.788 \\ -0.424 & -0.667 & 0.841 & -0.702 & 0.788 & 1.000 \end{bmatrix}$$

由矩阵可知大多数绝对值  $>0.3$ 。根据统计学家 Kaiser 给出的标准,KMO 取值  $>0.6$ ,表明适合做因子分析。通过 KMO 抽样适度测定值与 Bartlett 球形检验得到,KMO 抽样适度测定值  $0.609 > 0.6$ ,而 Bartlett 球形检验值为 526.939,给出的相伴概率为 0.000,小于显著性水平 0.05,因此拒绝 Bartlett 球形检验的零假设,认为适合于因子分析。

2.2.2 用因子分析的方法来构造因子变量 选取地理影响因素  $X_1 \sim X_6$  为原始变量。利用 SPSS 软件,采取最常见的主成分法提取公因子,得表 1。

表 1 总方差解释

Tab 1 Total variance explanation

Factor	Initial eigen values		
	Total	Variance	Cumulative
$X_1$	4.092	68.199	68.199
$X_2$	1.179	19.651	87.850
$X_3$	0.466	7.774	95.624
$X_4$	0.198	3.307	98.931
$X_5$	0.044	0.739	99.671
$X_6$	0.020	0.329	100.000

由表 1 可知前 2 个因子的累积贡献率达到 87.850%。根据主成分个数的确定,一般取累计方差

贡献率 $\geq 85\%$ 的原则。第一与第二个特征值变化比较快第三个特征值变化的趋势已经开始趋于平稳。因此,选取 2 个公共因子代替 6 个地理因素来研究对老年男性一秒率参考值的影响是合适的。

2.2.3 因子载荷与因子旋转 在实际当中,为了知道每个公共因子的明确意义,有必要进行因子旋转,使得新的因子载荷要么尽可能地接近 0,要么尽可能地远离 0。对已得到的 2 个公共因子进行 Varimax 方差最大正交旋转的方法,得到 2 个新的公共因子,这 2 个公共因子的旋转空间分布情况及旋转后因子载荷矩阵见表 2,因子得分散点图见图 1。

表 2 正交旋转后的因子载荷矩阵

Tab 2 Rotated component matrix

Primary component	Component	
	$F_1$	$F_2$
$X_1$	-0.097	-0.971
$X_2$	-0.868	-0.181
$X_3$	0.914	0.242
$X_4$	-0.930	0.272
$X_5$	0.772	0.520
$X_6$	0.840	0.358

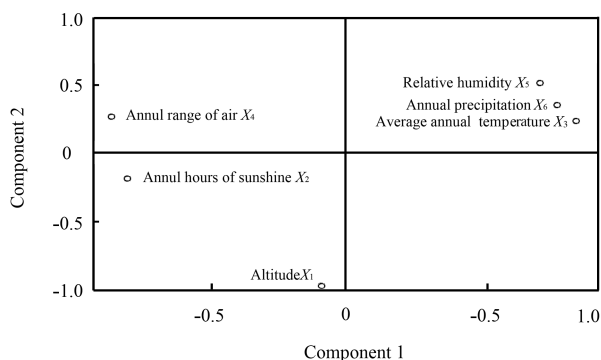


图 1 因子得分散点图

Fig 1 Component plot in rotated space

通过表 2 和图 1,可以看出公因子  $F_1$  对年日照时数( $X_2$ )、年平均气温( $X_3$ )、气温年较差( $X_4$ )、年平均相对湿度( $X_5$ )、年降水量( $X_6$ )的载荷量较大(其绝对值 $\geq 0.5$ ),基本上反映了五者的信息。从相关系数来看,其中的四者与老年男性一秒率相关性很显著。因此  $F_1$  反映的是气候因素对一秒率的直接影响作用。公共因子  $F_2$  对海拔高度( $X_1$ )的载荷量较大(其绝对值 $\geq 0.5$ ),从相关系数来看,相关性较小。因此,公共因子  $F_2$  反映的是地理因素对一秒率的间接作用。由此可见, $F_1$ 、 $F_2$  实际意义分别代表的是气候因素和海拔因素。

2.2.4 因子得分与回归方程 公共因子是由原始变量综合而来的,把原始变量的取值代入到表达式

中求出各个因子的得分值,从而用因子得分值代替原始变量值进行回归分析。每个变量在公共因子中的得分系数矩阵见表 3。

表 3 因子得分系数矩阵

Tab 3 Component score coefficient matrix

Primary component	Component	
	$F_1$	$F_2$
$X_1$	0.155	-0.739
$X_2$	-0.237	0.024
$X_3$	0.239	0.014
$X_4$	-0.343	0.390
$X_5$	0.142	0.258
$X_6$	0.194	0.119

因此,  $F_1$ 、 $F_2$  的表达式为:  $F_1 = 0.155X_1 - 0.237X_2 + 0.239X_3 - 0.343X_4 + 0.142X_5 + 0.194X_6$ ,  $F_2 = 0.739X_1 - 0.024X_2 + 0.014X_3 - 0.390X_4 + 0.258X_5 + 0.119X_6$ 。将原始变量  $X_1 \sim X_6$  的值代入上式,求得  $F_1$ 、 $F_2$  的因子得分后,以  $F_1$ 、 $F_2$  为自变量,老年男性一秒率参考值为因变量进行回归分析,得回归方程:  $\hat{y} = 79.2798 + 0.0082F_1 + 0.0005F_2 + 1.0328$ ,  $R = 0.3170$ ,  $F = 3.8000$ , 在显著水平  $\alpha = 0.05$ ,查表得  $F_{0.05}(2, 72 - 2 - 1) = 3.13$ ,  $F > F_{0.05}$ ,说明回归方程是高度显著的。最后转化为  $\hat{y}$  与原始变量的多元回归式:  $\hat{y} = 79.2798 + 0.0009015X_1 - 0.0019314X_2 + 0.0019668X_3 - 0.0019668X_3 - 0.002615X_4 + 0.0012934X_5 + 0.0016503X_6 \pm 1.0328$ 。在方程中,  $\hat{y}$  表示老年男性一秒率参考值(%), 1.0328 是剩余标准差的值。

图 2 为选取几个代表的城市进行老年男性一秒率参考值实测值与预测值的比较结果。

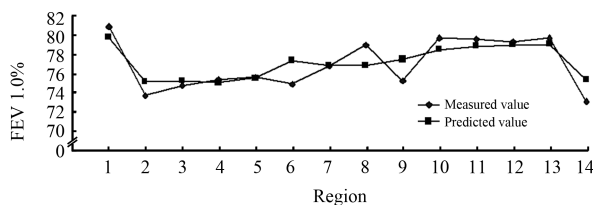


图 2 预测值与实测值比较

Fig 2 Comparison of predicted values and measured values

1: Hong Kong and Macao; 2: Jinan; 3: Urumqi; 4: Beijing; 5: Shenyang; 6: Shanghai; 7: Xi'an; 8: Nanjing; 9: Lasa; 10: Changsha; 11: Zhongshan; 12: Chengdu; 13: Chongqing; 14: Changchun

从图 2 可以看出实测值与预测值的拟合程度较好,  $P = 0.000 < 0.01$ 。所以由因子分析得出的回归方程可以用来预测中国老年男性一秒率参考值。

2.3 绘制老年男性一秒率参考值分布规律图 为

了准确揭示出中国老年男性一秒率参考值的分布规律,本文选取了全国 4 383 个市县作为观测点,根据各个观测点的 6 项地理因素值,计算出这 4 383 个市县老年男性一秒率参考值的预测值;在已矢量化好的地图上准确定位这 4 383 个市县;应用 GIS 软件中的地统计分析模块(Geostatistical Analyst)进行克里格(Krig-ing)插值,精确地拟合出中国老年男性一秒率参考值的空间趋势分布图,如图 3 所示。

增大,老年男性一秒率参考值逐渐的减小,但相关性不显著。随着年平均气温( $X_3$ )的逐渐增大,老年男性一秒率参考值逐渐的减小,相关性很显著。随着气温年较差( $X_4$ )的逐渐增大,老年男性一秒率参考值反而在逐渐的减小,相关性很显著。随着年平均相对湿度( $X_5$ )的逐渐增大,老年男性一秒率参考值也在逐渐的增大,但相关性不显著。随着年降水量( $X_6$ )的逐渐增大,老年男性一秒率参考值也在逐渐的增大,相关性很显著。由此可见气候因素对于老年男性一秒率参考值影响很大。先利用因子分析,然后做出回归模型,由于  $F > F_{0.05}$ ,说明此模型可用于老年男性一秒率参考值预测。因此,如果知道了中国某地的海拔高度、年日照时数、年平均气温、气温年较差、年平均相对湿度、年降水量等地理因素指标,就可以用回归方程来计算这一地区的老年男性一秒率参考值。例如西安的海拔高度( $X_1$ )是 396.9 m,年日照时数( $X_2$ )是 1 966.4 h,年平均气温( $X_3$ )是 13.3℃,气温年较差( $X_4$ )是 27.6℃,年平均相对湿度( $X_5$ )是 71%,年降水量( $X_6$ )是 580.2 mm,用回归方程计算得: $\hat{y} = 79.2798 + 0.0009015 \times 396.9 - 0.0019314 \times 1966.4 + 0.0019668 \times 13.3 - 0.002615 \times 27.6 + 0.0012934 \times 71 + 0.0016503 \times 580.2 \pm 1.0328 = 76.84 \pm 1.0328$ 。因此,西安老年男性一秒率参考值估算为  $76.84 \pm 1.0328$ 。同时也可以在中国老年男性一秒率参考值空间分布趋势图上查出某一地的老年男性一秒率参考值。

本文存在的不足之处在于数据是通过公开发表的论文获得,并非一手资料,很难控制数据都是同一季节或同一月份测定的,但是地理因素值都是多年平均的结果,而且收集的是同一年龄段的老年男性一秒率参考值。本文的样本量不算大,还需进一步搜集资料。

[参考文献]

[1] 王德龙,刘长庭,张进川. 50 例健康老年人肺功能 10 年随访观察[J]. 中华老年医学杂志,1999,18:135-137.  
 [2] 宋珠元,王兆维,文金序,章文绣,左月昭. 港澳同胞健康人 384 例肺通气功能的检测[J]. 第一军医大学学报,1984,4:299-302.  
 [3] 宋珠元,王兆维,文金序,章文绣. 广州地区健康人 1 011 例肺通气功能的检测[J]. 第一军医大学学报,1984,4:296-299.  
 [4] 李志平,郭禹标,黄建强,唐可京,罗益锋. 260 例健康人 1 秒钟用力呼气容积与用力肺活量比值变异情况分析[J]. 中国康复,2006,21:316-318.  
 [5] 李郁英,周影娜,彭代茹,段建东,赵明祥,赵燕,等. 老年人心脑肺功能研究[J]. 贵阳医学院学报,1992,16:23-27.

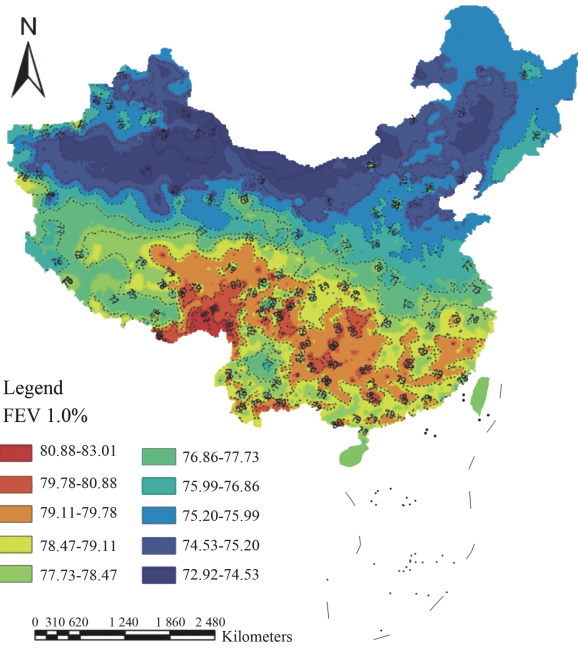


图 3 中国老年男性一秒率参考值空间分布趋势图  
 Fig 3 Space trend map of reference value of FEV1.0% in aged Chinese males

由图 3 我们可以知道中国任何一个地区的老年男性一秒率的参考值。位于同一色系和等值线上的老年男性一秒率参考值相等。同一等值线附近的区域参考值相近。从颜色我们可以看出东南部老年男性一秒率参考值较大,而西北部较小,同一色系分布几乎与纬线平行,可见气温与降水对老年男性一秒率参考值影响很大,也符合老年男性一秒率参考值与气候因素有很大关系的认识。

3 讨论

因子分析是利用降维的思想,由研究原始变量相关矩阵内部的依赖关系出发,把一些具有错综复杂关系的变量归结为少数几个综合因子的多元分析方法。从单相关系数可以看出,随着海拔高度( $X_1$ )的逐渐增大,老年男性一秒率参考值也在逐渐的增加,但相关性不显著。随着年日照时数( $X_2$ )的逐渐

- [6] 李郁英, 万廷辉. 103 例健康老年人肺功能测定[J]. 贵阳医学院学报, 1984, 9: 21-24.
- [7] 赵宪法. 老年、老年前期肺通气功能测验[J]. 河南医药, 1984, 4: 98-99.
- [8] 吴永会, 张忠义, 那常筠, 林磊光, 卢卓扬, Love E J. 国外肺通气功能指标预计值在我国北方地区的适用性[J]. 工业卫生与职业病, 2003, 29: 65-67.
- [9] 周凯辉, 玄春山, 王维先, 王之光. 长春市健康男性工人肺通气功能指标预计值公式的探讨[J]. 工业卫生与职业病, 2005, 31: 249-250.
- [10] 赵玉洁, 史 森, 李寅生. 男工肺功能正常预计值研究[J]. 中国卫生工程学, 2004, 3: 93-94.
- [11] 戴洪龄, 李明瑚, 张东航, 南重泰. 初老和老年人 289 例肺通气功能测验报告[J]. 老年医学杂志, 1982, 2: 21-26.
- [12] 黄群颖, 楼介治, 徐学英, 孟德成, 李雅娟, 孙 高, 等. 机械制造业健康男工肺功能各项指标预计值确定方法的探讨[J]. 中国卫生统计, 1994, 11: 35-36.
- [13] 祝尔诚, 刘国华, 吴凤梅, 刘 刚. 208 例健康体力劳动工人肺通气功能肺容量测定值及正常值预计公式[J]. 中国医科大学学报, 1986, 15(5, 6): 387-392.
- [14] 王 瑞, 刘正亮, 钟大明, 于锡山, 郑传斌. 中重度体力劳动工人肺通气功能正常值的研究[J]. 职业与健康, 2002, 6, 18: 5-7.
- [15] 邹立海, 李 芳, 高 健. 健康农民肺通气功能预计值公式探讨[J]. 济宁医学院院报, 1994, 17: 14-16.
- [16] 黄桂芳, 吕广能, 冯大辉, 李家豪, 冯子玉, 叶 馨, 等. 成都地区 260 例健康老年人最大呼气流速-容量曲线的测定[J]. 四川医学院学报, 1982, 13: 49-56.
- [17] 熊曙光. 攀枝花市健康人群肺通气功能正常值探讨[J]. 职业卫生与病伤, 1998, 13: 27-28.
- [18] 陈铁男, 龚学红, 李成松, 贡 布. 拉萨市藏族正常人肺功能正常值测定[J]. 西藏医药杂志, 1996, 17: 8-10.
- [19] 王效娅, 骆仙芳, 王会仍. 老年人的肺功能和血气变化[J]. 浙江实用医学, 2003, 8: 120-121.
- [20] 毛宝龄, 王金平, 郭先健, 钱桂生. 230 例健康人肺弥散功能测定及影响因素[J]. 第三军医大学学报, 1988, 10: 328-330.
- [21] 朱广瑾. 中国人群生理常数与心理状况[M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2006: 273-293.
- [22] 穆魁津, 刘世琬. 全国肺功能正常值汇编[M]. 北京: 北京医科大学, 中国协和医科大学联合出版社出版, 1990: 1-85.
- [23] Wolf C, Staudenherz A, Röggl G, Waldhör T. Potential impact of altitude on lung function [J]. Int Arch Occup Environ Health, 1997, 69: 106-108.
- [24] 阎崇年. 中国市县大辞典 [M]. 北京: 中共中央党校出版社, 1991: 1-1446.
- [25] 《中华人民共和国气候图集》编委会. 中华人民共和国气候图集 [M]. 北京: 气象出版社, 2002: 2-250.
- [26] 赵 济, 陈传康. 中国地理 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2005: 3-391.
- [27] 宇传华. SPSS 与统计分析 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2007: 491-493.

[本文编辑] 尹 茶

## • 书 讯 •

## 《现代男科实验室诊断》已出版

本书由陆金春、黄宇烽和张红焱主编, 第二军医大学出版社出版, ISBN: 978-7-81060-965-4, 16 开本, 定价: 36.00 元。

本书对目前男科实验室诊断项目进行了系统的介绍, 囊括了此领域最新的研究进展以及个人经验, 可作为男科实验室的工具书, 直接指导男科实验室的具体操作。同时, 本书以男科实验室诊断的标准化和质量控制为理念, 强调了每个检测项目的准确性和可比性。并对男科实验室可能涉及到的一些特殊检测项目或相关科研技术, 以及男科实验室的基本要求和生物安全等也进行了详细介绍。本书主要适合于男科实验室、生殖中心、检验科等所从事实验室工作的专业技术人员阅读, 泌尿男科、生殖医学专业的临床医生、研究生等也可作为重要的参考书。

本书由第二军医大学出版社发行科发行, 全国各大书店均有销售。

通讯地址: 上海市翔殷路 800 号, 邮编: 200433

邮购电话: 021-65344595, 65493093

<http://www.smmup.com>