

· 论 著 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2017.07.001

居住地地理因素与急性高原反应相关性分析*

吴 玉, 宋桐林, 刘运胜, 罗勇军, 陈 建[△](第三军医大学高原军事医学系军事医学地理学教研室/高原环境医学教育部重点实验室/
全军高原医学重点实验室, 重庆 400038)

[摘要] **目的** 观察平原健康青年男性暴露于高原环境时急性高原反应(AMS)发病情况,探讨青年男性原居住地地理因素与进入高原后 AMS 症状学评分之间的相关关系。**方法** 收集 6 个不同地区青年男性急进高原(海拔 3 680 m)时人群的人口学资料,并进行 AMS 症状学评分。将人群根据是否有 AMS 分为 AMS 组与对照组,比较两组间各地理因素的情况。将对象原居住地地理因素与 AMS 发生进行相关性分析,并应用主成分回归分析探讨影响 AMS 患者的症状学评分的主要地理因素。**结果** 相关分析显示,除年平均气温和年平均风速与 AMS 发病无相关关系外,其余 8 个指标均差异有统计学意义($P < 0.05$)。经主成分分析确定了 3 个主成分因素,累积贡献率为 81.39%;以 AMS 评分为因变量经主成分回归分析得到回归方程。**结论** 来自不同地域的人群,对高原环境耐受能力存在差异,原居住地海拔越低、平均降雨量越大越容易发生 AMS。

[关键词] 急性高原反应;地理因素;相关分析;主成分分析**[中图分类号]** R188;R135.6**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2017)07-0865-03

Correlation between geographical factors of residence and acute mountain sickness*

Wu Yu, Song Tonglin, Liu Yunsheng, Luo Yongjun, Chen Jian[△]

(Teaching and Researching Section of Military Medical Geography, College of High Altitude Military Medicine, Third Military Medical University/Key Laboratory of High Altitude Environmental Medicine of Ministry of Education/Key Laboratory of High Altitude Medicine of PLA, Chongqing 400038, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the onset situation of acute mountain sickness(AMS) among plain healthy young men exposing to plateau environment and to study the relationship between the geographical factors of original residence place in young males and the symptomatic scores of AMS after entering plateau. **Methods** The demographic data of young males from 6 different regions when entering into plateau(elevation 3 680 m) were collected and the symptomatic scores of AMS were evaluated. The population was divided into the AMS group and control group according to whether having AMS. The geographical factors were compared between the two groups. The geographical factors of original residence place and AMS occurrence were performed the correlation analysis. The principal component regression analysis was adopted to analyze the main geographical factors affecting the symptomatic scores of AMS patients. **Results** The correlation analysis showed that except the annual average temperature and annual mean wind speed had no significant correlation with AMS onset, other 8 indexes had statistical differences ($P < 0.05$). Three principle components were determined through the principal component regression analysis, its cumulative contribution rate was 81.39%, and a regression equation was obtained with AMS score as the dependent variable. **Conclusion** The ability resistant to plateau environment in the population from different regions is different. The elevation of primary residence place is lower, the mean average rainfall is greater, AMS is easier to occur.

[Key words] acute mountain sickness; geographical factors; correlation analysis; principle component analysis

高原环境对人体有较大影响。平原人进入高原后,部分人群会因习服不良发生包括头痛、呕吐、心慌、食欲减退等在内的一系列临床症候群,称为急性高原反应(acute mountain sickness, AMS)。不同地区人群,由于生长环境的不同,对高原的适应能力亦存在差异^[1-2]。若能在进入高原前,对 AMS 的可能性做出预测并采取针对性措施,具有重要意义。作者对 294 例来自 6 个不同省市县的青年男性,急进高原后进行观察与 AMS 症状学评分,并分析 AMS 发病情况与原居住地地理环境因素之间的相关性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择四川、重庆、湖北、江西、陕西、云南籍男性青年 294 例作为研究对象,2012 年 12 月同批次进入海拔 3 680 m 地区,年龄(18.39±1.31)岁,居住在 2 200 m 以下地

区,均为首次进入高原。

1.2 方法 AMS 症状学评分与分度按照军用标准 GJB198-91《急性高原反应的诊断和处理原则》进行,根据总计分值将 AMS 分为 4 度:基本无反应(总分小于 5 分),轻度反应[头痛(+)或呕吐(+)或总分 5~10 分],中度反应[头痛(++)或呕吐(++)或总分大于 10~15 分],重度反应[头痛(+++)或呕吐(+++)或总分大于 15],其中轻度以上被认为是 AMS 阳性,并将评分结果分为 AMS 组(AMS 评分大于或等于 5 分或头痛、呕吐症状大于或等于 1 度)和非 AMS 组(AMS 评分小于 5 分且无明显头痛、呕吐症状者)。本研究对象共 294 例,其中 AMS 组 153 例(52.04%),非 AMS 组 141 例(47.96%)。根据地理学上将海拔 500 m 作为定义高原的重要指标,将对象按不同海拔分为地理平原组(海拔小于 500 m)和地理高原组

This is trial version

* 基金项目:国家自然科学基金青年项目(41201090);国家科技支撑计划课题(2009BA185B01);卫生行业科研专项项目(201002012)。

作者简介:吴玉(1983-),讲师,硕士研究生,主要从事高原医学地理学研究。[△]通信作者, E-mail: jhncnc@163.com。

www.adulpdf.com

(海拔 500~2 200 m)。地理气象数据以研究对象户籍所在地市、县级地理信息为准,包括不同地区人群籍贯所在地的地理位置、经度、纬度、海拔高度。不同地区气候数据包括:年平均气压、年平均气温、气温平均年较差、日照时数、相对湿度、年平均降雨量、平均风速,共 10 个指标。数据来源于中国气象科学数据共享服务网^[3]。

1.3 统计学处理 采用 PASW Statistics 18 软件进行统计分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本 *t* 检验;对不符合正态分布的数据进行对数变换,再进行独立样本 *t* 检验。计数资料以率表示,采用 χ^2 检验。出生地地理因素与 AMS 评分之间进行 Spearman 相关分析。选取 10 个自然地理指标作为自变量,以是否患病作为因变量(分值小于 5 定义为 0,分值大于或等于 5 定义为 1),进行主成分回归分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 AMS 组和非 AMS 组原居住地地理因素比较 地理位置因素中,AMS 组的户籍地的经度、纬度明显高于非 AMS 组,海拔低于非 AMS 组($P < 0.01$);气象因素中,气温平均年较差、相对湿度、平均降雨量明显高于非 AMS 组($P < 0.01$);日照时数、平均蒸发量明显低于非 AMS 组($P < 0.01$);年平均气温和平均风速差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

2.2 来自不同海拔地区人群 AMS 发病情况比较 294 例对象源地海拔分布为 20~2 120 m,其中地理平原组 182 例,地理高原组 112 例;与地理平原组比较,地理高原组 AMS 患病

例数明显降低,且差异有统计学意义($\chi^2 = 67.93, P = 0.00$),见表 2。

2.3 出生地地理因素与 AMS 评分的相关性

2.3.1 单变量相关分析 相关分析发现,除年平均气温和平均风速外,其余地理因素均与总评分明显相关($P < 0.05$)。其中,海拔($r = -0.57$)、日照时数($r = -0.28$)、平均蒸发量($r = -0.16$)与总评分呈负相关,其余与总评分呈正相关,见表 3。

表 1 AMS 组和非 AMS 组原居住地地理因素比较($\bar{x} \pm s$)

项目	非 AMS 组 (n=141)	AMS 组 (n=153)	t	P
AMS 评分(分)	2.24±1.47	8.77±3.56	-21.36	<0.01
经度(°)	105.19±4.83	111.28±5.07	-10.55	<0.01
纬度(°)	27.48±3.47	29.44±2.72	-5.35	<0.01
海拔(m)	1 138.63±732.97	361.85±552.70	12.24	<0.01
年平均气温(°C)	16.14±1.70	16.41±1.52	-1.39	>0.05
气温平均年较差(°C)	17.09±6.19	22.43±5.44	-7.83	<0.01
日照时数(h)	2 050.96±475.05	1 860.82±414.28	3.64	<0.01
相对湿度(%)	74.37±6.30	77.24±4.81	-4.36	<0.01
平均降雨量(mm)	976.04±318.51	1 225.36±383.22	-6.08	<0.01
平均蒸发量(mm)	1 664.64±563.72	1 425.06±361.05	4.30	<0.01
平均风速(m/s)	2.22±0.81	2.09±0.70	1.53	>0.05

表 2 不同海拔高度来源人员 AMS 发生情况比较

组别	n	AMS 评分 ($\bar{x} \pm s$, 分)	患病 [n(%)]	未患病 [n(%)]	AMS 分度[n(%)]			
					无反应	轻度反应	中度反应	重度反应
地理平原组	182	7.20±4.51	129(70.88)	53(29.12)	53(29.12)	89(48.90)	32(17.58)	8(4.40)
地理高原组	112	3.11±2.14	24(21.43)	88(78.57)	88(78.57)	23(20.54)	1(0.89)	0

表 3 出生地地理因素及与 AMS 之间的相关性

相关性	经度	纬度	海拔	年平均气温	气温平均年较差	日照时数	相对湿度	平均降雨量	平均蒸发量	平均风速
r	0.51	0.34	-0.57	0.08	0.39	-0.28	0.22	0.35	-0.16	-0.12
P	0.03	0.05	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.07

2.3.2 主成分回归分析 因各地理变量之间有较强的相关性,会导致回归分析具有多重共线性,故采用主成分分析法提取主成分。原始变量经过标准化变换后,依次记为 $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}$, 求相关系数矩阵的特征值和方差贡献率(见表 4)。结果表明前 3 个主成分的累积方差贡献率达 81.39%,说明其包含了原指标的绝大部分信息,可以代替原来 10 项指标对 AMS 患者症状学评分进行评价。回归分析发现, Z_1, Z_3 与 AMS 得分明显相关($P < 0.01$), Z_2 与 AMS 得分无明显相关($P > 0.05$),见表 5。

表 4 相关矩阵的特征根及其方差贡献率

主成分	特征根	贡献率(%)	方差累积贡献率(%)
Z_1	4.64	46.41	46.41
Z_2	2.38	23.83	70.24
Z_3	1.12	11.15	81.39

$$Z_1 = 0.39a_1 + 0.28a_2 - 0.44a_3 + 0.09a_4 + 0.38a_5 - 0.33a_6 + 0.29a_7 + 0.29a_8 - 0.32a_9 - 0.21a_{10} \quad (1)$$

$$Z_2 = -0.01a_1 - 0.49a_2 + 0.09a_3 + 0.53a_4 - 0.29a_5 - 0.26a_6 + 0.35a_7 + 0.39a_8 + 0.22a_9 + 0.03a_{10} \quad (2)$$

$$Z_3 = 0.45a_1 - 0.10a_2 - 0.07a_3 - 0.06a_4 + 0.12a_5 + 0.35a_6 - 0.07a_7 + 0.36a_8 + 0.11a_9 + 0.70a_{10} \quad (3)$$

以是否患病作为因变量,3 个主成分变量为自变量进行 Logit 回归分析,得到回归方程为:

$$Y = 0.526Z_1 - 0.031Z_2 + 0.507Z_3 + 0.094 (\chi^2 = 86.70, P < 0.01), R^2 = 0.26, \text{Adj } R^2 = 0.34. \quad (4)$$

表 5 Logistic 回归分析结果

变量	β	SE	Wals	P	OR	95%CI
Z_1	0.53	0.07	57.71	0.00	1.69	1.48~1.94
Z_2	0.06	0.08	1.15	0.70	0.97	0.83~1.14
Z_3	0.51	0.13	15.31	0.00	1.66	1.29~2.14
常量	-0.91	0.14	42.55	0.50	1.10	

由于主成分是原变量的线性表达,通过计算样本相关矩阵 R 的特征向量,进而给出前 3 个主成分的函数表达式:



3 讨 论

AMS 是指个体从低海拔地区在短时间内进入高海拔地区(海拔高度大于或等于 2 500 m),由于机体缺氧所致的病理生理反应。其发生的影响因素很多,目前认为性别、到达海拔、进入季节、进入速度、方式、心理素质、预防措施等都是其影响因素^[4-6]。高原低氧导致人体产生的一系列变化涉及多个系统的相互作用和影响,从而导致 AMS 发生的复杂性和动态性^[7-9]。本研究从地理环境对人体影响的角度,初步探索了人群户籍地地理环境因素与 AMS 发病情况的相关性,提出高原病易感人群筛选的线索,建立起从生长地域环境、基因多态性、疾病易感性的逻辑关系链,提示来自不同地域的人群,对高原环境耐受能力存在差异,来自我国东部、低海拔、高降雨量地区的人群,可能携带某些疾病易感基因,导致对高原低压低氧环境的不耐受。

人类的疾病和健康状态是基因、环境等因素综合作用的结果^[10-11]。我国地域广阔,整个国土面积包含 7 种自然带及 8 种气候类型,各区域之间自然地理特征迥异。居住在不同自然区域的人群,由于长期在这样的地理环境中生活,逐渐形成对当地环境的适应能力。在短时间内,未经阶梯式进入高海拔地区,不同地区人群对高原特殊环境的适应能力表现出显著差异^[12-13]。如来自于低海拔地区人群(< 500 m),AMS 发病率显著高于来自较高海拔地区人群($500 \sim 2\ 200$ m)。经度、纬度、海拔、气温平均年较差、日照时数、相对湿度、平均降雨量、平均蒸发量 8 个自然地理因素与 AMS 评分之间呈现相关性。按是否患病分组,结果显示原居住地自然地理因素对 AMS 的发生具有一定影响。地理位置因素中,AMS 组的原居住地的经度、纬度明显高于非 AMS 组,海拔低于非 AMS 组($P < 0.01$);气象因素中,气温平均年较差、相对湿度、平均降雨量明显高于非 AMS 组($P < 0.01$),日照时数、平均蒸发量明显低于非 AMS 组($P < 0.01$)。主成分回归分析显示,经度、海拔、气温平均年较差、平均降雨量、平均风速 5 个因素与 AMS 发病之间具有密切关系。但由于平均风速在 t 检验和相关分析中均被排除,出于审慎考虑,应排除平均风速这一因素。

回归分析发现, Z_1 、 Z_3 与 AMS 得分明显相关($P < 0.01$), Z_2 与 AMS 得分无明显相关($P > 0.05$)。由主成分表达式可知, Z_1 的表达式中经度、海拔、气温平均年较差这 3 个变量的系数较大,这 3 项对 Z_1 起主要作用,且海拔与之成负相关,提示海拔越低的地区,AMS 发病率高。气温年较差与 Z_1 成正相关,即气温平均年较差越大的地区,AMS 发病率高。根据地理学规律,气温年较差较大是温带大陆性气候的主要特征,山区海拔越高,气温年较差越小。结合本文研究对象籍贯范围,位于长江中下游平原地区的湖北、江西属于中纬度大陆腹地,海拔相对较低,气温年较差较大,与实际 AMS 发生情况相符。 Z_3 的表达式中,经度、平均降雨量、平均风速这 3 个指标对其影响较大,且均呈正相关。故 Z_3 再次反映了东部降水较多地区,AMS 发病率高。综合上述分析结果,并结合本次研究对象,提示偏东方向的江西、湖北等地区人群 AMS 发病率较高,海拔较低、平均降雨量较大可能是影响其高原环境耐受力的危险因素。

地理因素之间相关系数矩阵显示,很多指标间有较强的相关性,严重的共线性关系^[14]。如海拔与气温、湿度。如采用一般回归分析或逐步回归,会对参数估计带来困难,致使

参数不准确,故采用主成分分析法提取主成分,用建立的 3 个主成分代替原来 10 项指标,大大简化了评价体系,并在此基础上进行回归能较好地解决这一问题。当今社会流动性不断加大,原居住地信息可得性较差,而户籍所在地显然是一个对原居住地信息拟合较好的代理指标,不仅准确度高而且便于获得。本文存在一些不足:(1)观察样本较单一,均为青年男性;(2)涉及地域范围仅 6 个地区,可能存在选择偏倚;(3)对外界环境的研究中,只涉及了自然地理环境部分,而对人群生活的人文环境(如饮食习惯、城乡发展、经济水平等)未作探讨,在今后的研究中可以作进一步分析。

参考文献

- [1] 吴玉,李鹏,高钰琪,等.不同地区青年男性急性高原反应差异分析[J].解放军医学杂志,2014,39(8):656-659.
- [2] 刘运胜,易东,李维民.青年军人急性高原病医学地理差异聚类分析[J].西南国防医药,2005,15(2):145-148.
- [3] 中国气象科学数据共享服务网.中国地面累年值年值数据集(1981-2010年)[EB/OL].(2012-08-28)[2015-08-20].<http://cdc.cma.gov.cn/20050425/20130905>.
- [4] 高钰琪.高原军事医学[M].重庆:重庆出版社,2006:25-604.
- [5] Li X, Tao F, Tao P, et al. Population level determinants of acute mountain sickness among young men: a retrospective study[J]. BMC Public Health, 2011, 11(1): 1-13.
- [6] 刘阳,张继航,武晓静,等.高原暴露人群动脉血压变化与急性高原病的相关性分析[J].解放军医学杂志,2014,39(3):226-230.
- [7] 黄庆愿,高钰琪,刘福玉,等.平原水负荷后的排尿量与急性高原反应症状学评分之间的相关分析[J].高原医学杂志,2003,13(3):2-5.
- [8] 田开新,覃军,黄岚,等.急进高原体能变化与急性高原反应关系初探[J].重庆医学,2006,35(12):1085-1087.
- [9] 高宏光,张志,韩恩泽,等.玉树地震救援人员发生急性高原反应的相关因素分析[J].重庆医学,2012,41(12):1209-1210,1217.
- [10] Li FX, Ji FY, Zheng SZ, et al. MtDNA haplogroups M7 and B in southwestern Han Chinese at risk for acute mountain sickness[J]. Mitochondrion, 2011, 11(4): 553-558.
- [11] McIntosh SE, Mcdevitt M, Rodway GW, et al. Demographic, geographic, and expedition determinants of reaching the summit of Denali[J]. High Alt Med Biol, 2010, 11(3): 223-229.
- [12] Wu T, Kayser B. High altitude adaptation in Tibetans [J]. High Alt Med Biol, 2006, 7(3): 193-208.
- [13] 张必科,张丽杰,曹秋野,等.玉树地震外来卫生应急人员急性高原反应及其影响因素分析[J].中国循证医学杂志,2011,11(4):367-371.
- [14] 刘桂然,吴长刚,王岳恒,等.高血压病患者左心房收缩功能影响因素的主成分回归分析[J].中国卫生统计,2011,28(5):580-581,584.