

# 气象条件对心脑血管疾病的影响研究进展

马守存<sup>1,4</sup>, 张书余<sup>2</sup>, 王宝鉴<sup>3</sup>, 罗斌<sup>1</sup>

(1. 南京信息工程大学, 江苏 南京 210044; 2. 甘肃省气象局, 甘肃 兰州 730020;  
3. 兰州中心气象台, 甘肃 兰州 730020; 4. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃 兰州 730020)

**摘要:**综述了国内外利用流行病学和动物实验研究气象对心脑血管疾病影响的研究进展, 并且从不同的天气形势和天气过程着手, 总结了气象要素的变化对心脑血管疾病发病率和死亡率影响的机理。心脑血管疾病的发生是复杂的多因素引起的, 其中气象因子对其发生有一定不利的影响。冷锋、暖锋、台风以及焚风天气会对心脑血管疾病的发病率和死亡率产生不利的影响, 并且在温、压、风、湿骤变时, 心脑血管发病率最高。

**关键词:**气象因素; 心脑血管疾病; 研究进展

**中图分类号:**P49

**文献标识码:**A

## 引言

早在2 000 a前人类就已经开始观察天气、气候的变化对人体健康与疾病的影响, 如今由于气候变化和频繁的危害性天气, 人们越来越关注生活环境和自身健康之间的关系, 大气环境对人类健康产生的影响也受到了更多的关注。

天气的变化, 特别是一些特殊天气(或极端天气)往往会降低人体对疾病的抵御能力, 使人受到强烈的非特异性刺激, 就会引发或者加重心脑血管疾病和呼吸系统疾病。陆晨、张书余等<sup>[1-4]</sup>的研究结果也证明了这一点。美国的伊利诺斯大学教授 Petersen 最先用单一气象要素为研究指标, 系统地进行了气候对疾病以及疗养方面的研究, 后来国内这方面的研究也渐渐兴起。刘学恩等<sup>[5-7]</sup>利用统计方法研究表明气象因子对不同地区心脑血管疾病和呼吸系统疾病有影响, 并得出心脑血管疾病发病率冬季最高, 其次为秋季、春季, 夏季最低<sup>[8-9]</sup>。心脑血管疾病发病率随着日平均温度、日平均地面气压的降低而增加, 它与最低气压呈正相关、与平均气温呈负相关, 并且气温与心脑血管疾病发病率或死亡率之间存在“U”、“V”或“J”型关系, 即当气温低于或高于某一临界温度时, 随着温度的降低或升高, 心脑血管疾病的发病率和死亡率逐渐升高<sup>[10-12]</sup>, 这

种气象要素的变化对心脑血管疾病的诱发或加重具有一定的滞后性<sup>[13]</sup>。有人针对高温、冷空气以及其它气象要素对人类健康影响的机理做了研究<sup>[14-15]</sup>, 指出低温对心脑血管疾病的影响主要通过增加血液黏度、红细胞数量以及纤维蛋白原水平, 从而引起血压升高, 外周血管收缩, 血流阻力增加。此外, 低温刺激儿茶酚胺分泌增多, 进而引起心脑血管痉挛, 斑块破裂, 血小板聚集形成血栓, 导致心脑血管疾病发生<sup>[16-17]</sup>。气温升高时, 通过影响人体温度、血液黏度以及血液流速、心脏和肺部承受压力从而产生影响, 最终对心脑血管疾病产生影响。

本文着重从不同的天气形势和天气过程出发, 再结合国内外研究结果, 初步推断了不同天气形势和天气过程在温、压、风、湿等气象要素变化时, 对心脑血管疾病的影响。

## 1 国内外研究进展

### 1.1 冷锋和冷高压对心脑血管疾病的影响

冷锋和冷高压都是由冷气团控制的天气形势, 冷锋、冷高压经过时气象要素会发生剧变, 会导致大幅度降温, 湿度骤降, 气压升高, 常常带来较强的风, 也有众多的研究表明冷空气的活动会影响到心脑血管疾病的发病率和死亡率<sup>[18-19]</sup>。

收稿日期:2010-09-08; 改回日期:2011-04-05

基金项目:国家自然科学基金项目“冷空气对心脑血管疾病的影响及其机制研究”(40975069)资助

作者简介:马守存(1985-), 女, 青海省大通县人, 硕士研究生, 研究方向为医疗气象. E-mail: msc\_ever@163.com

国内外有关冷空气对心脑血管疾病的影响研究众多,较早的研究是应用流行病学方法<sup>[20-22]</sup>,在典型的冷空气经过时,统计心脑血管疾病患者的发病率和死亡率,再进一步统计分析,从而说明气象对心脑血管疾病的影响,但是很多较早的研究只是以单一的气象要素(温、压、风、湿)为研究对象,讨论单个气象因子变化时对心脑血管疾病的影响,或者应用流行病学方法统计心脑血管疾病患者的发病率和死亡率与气象要素变化之间的关系。到了21世纪初,国内的研究也逐渐起步,主要是分析不同地区冷空气过境时温、压、风、湿气象要素的变化对心脑血管疾病的发病率和死亡率的影响,得到心脑血管疾病的发病率、死亡率和气象因子有着密切的相关。董基壶<sup>[23]</sup>研究得出了冷高压控制的南宁市气温日较差可达10℃以上,期间心脑血管疾病的发病率和死亡率都有所增加。印佩芳统计了浙江省的冷空气对脑卒中的影响时发现,与那次降温天气过程相联系的脑卒中、脑出血、脑梗塞发病次数分别占全年总数的70%、67%和73%,这比平均发病次数要高<sup>[22]</sup>。心脑血管疾病的月发病人数高峰在3月,其次在4、5、9、10月,以春季最高(26.60%)、冬季较低(23.56%)。气象要素的变化对心脑血管疾病的诱发或加重具有一定的滞后性<sup>[13,24]</sup>。

随着气象学、统计学和实验方法的发展,冷空气对心脑血管疾病的影响研究从单一的气象因子研究发展到了从不同天气过程出发或者在人工气候箱做动物实验,进行机理研究,探讨温、压、风、湿综合变化的作用下对心脑血管疾病的影响。这方面的研究在国内比较少,在国外已经比较成熟,Choisnel等<sup>[25-26]</sup>对气象因素影响人类健康的机理做了研究,研究表明当气温骤降、风速增大、气压上升时,人体血管收缩、血压升高、心率加快,心肌耗氧量增加,同时在寒冷的刺激下,儿茶酚胺分泌增加,易使血小板聚集而形成血栓,使血流缓慢造成心肌缺氧,严重时可导致冠状动脉痉挛及其它冠心病症状。也有研究指出<sup>[22-23]</sup>,气温的下降使人体内的肾上腺激素水平上升,体表血管收缩以减少热量的散发,同时肾上腺素使得心率加快,心输出量增加,导致血压升高,因此在寒冷空气影响下会导致高血压患者因寒冷刺激而发生脑卒中<sup>[8]</sup>。

廖小燕<sup>[2,27]</sup>等从流行病学出发,统计了冷空气影响下,心脑血管疾病患者的发病率和死亡率的变化,再从温度的变化对心脑血管疾病影响的机理入

手,说明在寒冷刺激时,可使副交感神经兴奋,可诱发冠状动脉痉挛,使冠状血管收缩,心跳减慢,血压升高,并且寒冷刺激时还可以使儿茶酚胺分泌增多,形成血栓,从而导致心肌梗死。

有研究者从冷空气对心脑血管疾病影响的机理出发,研究得出当冷锋过境或者过境以后,可使交感神经兴奋,引起血管收缩以及血管平滑肌亢进(痉挛),血管阻力增加,血压升高,儿茶酚胺分泌液增多,使血小板形成血栓,而且此时气压的锋面可使人体血管的收缩难以适应而引起脑中风。

有资料表明<sup>[8]</sup>,高血压主要发生在强冷空气来临之前的低气压暖气团控制至强冷空气(冷气团)冷锋通过时气压上升、温度下降为止这段时间内,当冷锋通过后,气压迅速升高,气温骤降,急剧的冷暖变化,使肾上腺髓质释放肾上腺素、去甲腺素到血液中去数量急剧增加;另外气温急剧下降,可使交感神经兴奋,也使肾上腺髓质分泌的肾上腺素增加。肾上腺素的增加可提高心脏排血量,甲肾上腺素的增加可使细小动脉痉挛,因而使血压上升,因此天气冷暖变化可以诱使高血压病复发或发生。这说明在气温、气压变化幅度比较大的时候,高血压疾病患者的发病率比较高。而且寒冷空气对人体健康危害很大,会使交感神经兴奋,肾上腺髓质释放肾上腺素到血液中去数量急剧增加,可提高心脏排血量,从而导致血压升高。陆晨研究指出,在冷空气过境时气压急速上升,气温迅速下降,高血压发病人数也较多。因此冷空气的影响会使患者心脑血管疾病的发病次数增加。

在冷空气对心脑血管疾病影响的众多研究当中,多注重于温度和压强的变化对心脑血管疾病产生的影响,一方面应用流行病学的方法,研究在冷锋过境时或冷高压控制下,气象要素变化对心脑血管疾病的影响;另一方面是通过动物实验,从冷空气对心脑血管疾病的影响机理出发做了研究,基本得到了相同的结果。

## 1.2 暖锋对心脑血管疾病的影响

暖锋过境后,气温会上升,气压下降,天气转晴。暖锋天气形势下降水强度小、范围广、时间长,在这样的天气形势下容易导致心脑血管疾病的发病,此时的心脑血管发病入院人数最多<sup>[25]</sup>。

20世纪,暖锋对心脑血管疾病影响的研究在国外逐渐已经比较成熟,很多研究者利用流行病学方法,统计不同城市和地区气温的升高对心脑血管疾

病的影响,有研究表明<sup>[28]</sup>,在伦敦,当温度高于 19℃时,气温每升高 1℃,心脑血管疾病的发病率将会增加 3.01%;在荷兰,当温度高于 16.5℃时,心脑血管疾病就会增加 1.86%;Russia 对莫斯科和俄国气象要素变化对心脑血管疾病的影响做了统计分析,得到了相似的结论。国内最初有关气象对心脑血管疾病影响的研究也是从流行病学出发,统计了不同地区和城市心脑血管疾病的发病率与气象要素之间的关系。李雄<sup>[29]</sup>等的研究表明,夏季高温(最高气温 $\geq 34$ ℃)、同时气压偏低易引起冠心病发病,1998年8月19日南宁当月气温最高、气压最低,这天发病人数最多。杨宏青等<sup>[30]</sup>研究结果表明,当气温骤降、气压剧升时容易造成脑溢血的发病;而当气温剧升、气压下降时,脑梗塞的发病率将升高<sup>[31-32]</sup>。由此可见,高温高湿、低气压天气极易诱发心脑血管疾病。

利用流行病学的研究方法对暖锋与心脑血管疾病之间的关系做了统计研究,并且得到了初步的结果之后,人们开始关注于暖锋过境时,气象因素影响心脑血管疾病的机理。国外有关暖锋对心脑血管疾病的影响机理研究起步较早,Katz<sup>[19]</sup>建议采用临床试验,对气象与心脑血管疾病之间的关系进行研究,Braga<sup>[32]</sup>等众多机理研究表明,暖锋对心脑血管疾病的影响主要是由于高温可以引起交感神经兴奋,使肾上腺分泌的肾上腺素先增多,后减少,机体起先因受热而导致血管扩张,继而血管又收缩;气温较高又使人体排汗增加,大量的钠随之排泄,导致细胞的电解质紊乱和酸碱平衡失调而出现心律失常,水分的过多丢失会引起循环障碍,容易使心脑血管疾病患者复发<sup>[8]</sup>。

暖锋过境时气压下降、气温上升,有的研究从暖锋过境时气象要素变化的特征入手,研究气象要素的变化对心脑血管疾病的影响,表明暖锋过境会导致心脑血管疾病发病率的增加。也有研究者从这些变化对心脑血管影响的机理出发,动物实验和流行病学方法相结合,研究了暖锋过境时产生的变化对心脑血管疾病的影响,得出了相同的结论。因此,暖锋的影响会使心脑血管疾病的发病率和死亡率增加。

### 1.3 副热带高压对心脑血管疾病的影响

中国东部夏季江淮流域的大雨与副热带高压有密切相关,盛夏时海洋上的暖湿空气流动到大陆上,容易造成酷热无雨的伏旱天气,在副热带高压控制

下的高压中心,高温、高湿是最显著的特点。受到高温、高湿天气的影响,心脑血管疾病的发病率逐年上升,形成了继冬季以后的第2个高峰期。

众多副热带高压对心脑血管疾病的研究中,最初的研究是利用流行病学方法,统计分析副热带高压导致的气象要素变化对心脑血管疾病的影响研究。研究表明当日平均相对湿度 $> 70\%$ 时,心肌梗死发病率增加。南宁市最高气温为 31.4℃,最低气压为 999.6 hPa,相对湿度为 76%,属高温、高湿天气,15、16日心脑血管疾病发病住院人数剧增<sup>[31]</sup>;日本的桑原医生对 25 名陈旧性心肌梗塞病人在不同温度的环境下做了运动负荷实验,结果表明高温高湿的条件下,最易诱发心肌梗塞。也有研究表明<sup>[3,31]</sup>,高温、高湿的天气容易导致心脑血管疾病的发病。日平均气压升高时,老年高血压患者的血压有上升的趋势,这与王玲研究高血压发病与日平均气温、日平均气压之间的关系基本相符<sup>[16]</sup>。王佳佳<sup>[33]</sup>对北京市某区日最高气温与某医院心脑血管疾病急诊人次的关系做了研究,结果表明日最高气温对心脑血管疾病有着不利影响。众多的流行病学研究表明,副热带高压中心的高压、高湿环境会对心脑血管疾病患者的发病率和死亡率产生不良影响。

随着气象学、统计学和实验方法的发展,副热带高压对心脑血管疾病的影响机理研究也证实了流行病学方法得到的研究结果。Marita<sup>[34]</sup>对不同海拔高度的小鼠做了研究,表明压力的变化会引起小鼠疾病的发生。黄如训<sup>[35]</sup>等对 RHRSP 大鼠血压的变化与气象因素关系的研究表明,气象要素的变化会导致心脑血管疾病发病率增加。张书余<sup>[2]</sup>总结了高温、高压对心脑血管疾病的影响机理,表明当温度达到 30℃时,人体便开始发热,人体散热只能通过出汗以及皮肤和肺泡表面蒸发来完成,此时皮肤血管扩张,血液重新分配,同时心排出量增加,心脏负荷加重,最终导致心功能衰减,心排量降低。另外高温出汗会使人体内盐分丢失,导致电解质紊乱和酸碱平衡失调,出现心率失常,此时患有心脑血管疾病的患者的病情容易恶化。

### 1.4 台风对心脑血管疾病的影响

台风风速可达 12~13 级,台风眼附近为漩涡风雨区,风大雨大,台风中心附近最大风力一般为 8 级以上。台风经过时常伴随大风和暴雨或特大暴雨等强对流天气。而且台风是最强的暴雨天气系统之一,在经过的地区一般能产生 150~300 mm 降水,

少数台风能导致 1 000 mm 以上的特大暴雨。

有关台风对心脑血管疾病的影响研究比较少,印佩芳<sup>[22]</sup>在其研究中指出,一次台风过程后,确诊为脑出血与脑梗塞分别各占总数的 10% 与 6%,脑出血、脑梗塞发病几率比平时高。另外有研究表明<sup>[36]</sup>,风速的大小与冠心病的发作有关,风速  $\geq 4$  m/s 的天气冠心病的日平均发病数是风速  $< 4$  m/s 天气的 1.44 倍。台风是最强的暴雨天气系统之一,但是针对台风对心脑血管疾病的影响的研究比较少,应该做进一步的流行病学和毒理实验的研究,以探明台风对心脑血管疾病的影响。

### 1.5 焚风对心脑血管疾病的影响

由于焚风现象是湿空气越过山脉,在山脉背风坡一侧下沉时增温,因而气团所经之地湿度明显下降,气温也会迅速升高,白天温度可突然升高 20 °C 以上,温度  $> 30$  °C,初春的天气会变得像盛夏一样,相对湿度  $< 30\%$ 、日照强、风速  $> 3$  m/s。

有关焚风对人体心脑血管疾病的影响的研究比较少见,根据以往的数据显示,强的焚风可以在 1 ~ 2 h 内骤然升温,石家庄曾有在几个小时内升温 10.9 °C 的记录。1966 年在加拿大产生了 4 min 升温 21 °C 的记录;在意大利西西里岛的首府巴勒莫曾出现 3 min 升温 17 °C 的记录。也有研究指出,骤然升温会使人体感到不适,心跳加快,心悸,血压升高,年老体弱和有心血管疾病的人病情会加重<sup>[37-38]</sup>。

有资料系统总结了焚风对心脑血管疾病的影响机理<sup>[8]</sup>,表明干热的焚风可以引起交感神经兴奋,使肾上腺分泌的肾上腺素先增多后减少,机体起先因受热而导致血管扩张,继而血管又收缩。而且焚风导致的天气不仅热,而且十分干燥,使人体排汗增加,大量的钠随之排泄,为了补充细胞的电解质不足,血钾浓度增高,高血钾对心肌有毒性作用,同时糖皮质激素分泌增加,促进血钾排泄,但会引起 17-酮分泌减少,这会引起心律减慢,肌肉较弱,精神不集中。由于干热的风引起了正离子增多,正离子作用于人体,使人体 5-羟色胺释放增多,进而出现鼻塞、呼吸困难等症状,同时栓塞、中风、心血管疾病将增加。

## 2 结论与展望

(1)冷锋和冷高压会导致大幅度降温、气压急速升高,引起交感神经兴奋,从而引发身体一系列的变化,最终导致脑中风、心肌梗塞、高血压等心脑血管

管疾病的发病率和死亡率升高。

(2)在暖锋过境时,当温度高于一定值时,随着温度的上升,心脑血管疾病的发病率随之增加。

(3)高温、高压对心脑血管疾病的影响机理表明,当温度达到 30 °C 时,人体便开始发热,人体散热只能通过出汗以及皮肤和肺泡表面蒸发来完成,此时皮肤血管扩张,血液重新分配,同时心排出量增加,心脏负荷加重,最终导致心功能衰减,心排量降低。另外高温出汗会使人体内盐分丢失,导致电解质紊乱和酸碱平衡失调,出现心率失常,此时患有心脑血管疾病的患者的病情容易恶化。

(4)心脑血管疾病的发作与风速的大小有关,风速  $\geq 4$  m/s 的天气,心脑血管疾病的日平均发病数比风速  $< 4$  m/s 天气的发病人数高。

(5)焚风可以导致骤然升温,温度的骤然升高会导致人体体感的不适,心跳加快,心悸,血压升高,年老体弱和有心血管疾病的人病情会加重。

有关气象要素对心脑血管疾病影响研究中,冷空气和高温热浪对心脑血管疾病的影响研究比较多,并且在国内外研究结果中,针对某一疾病的研究,不同的研究会得出相似的结果。但是针对某个具体的天气形势或者天气过程,研究它们对心脑血管疾病影响的结论比较少,因此,在今后的研究中应该充分利用不同的天气形势和过程,应用流行病学的方法统计不同的天气过程中心脑血管疾病患者的发病率和死亡率的变化,研究其对心脑血管疾病的影响,得出对人类健康真正有益的预测和预报方法,提醒人们根据医疗气象预报着装、调节人工小气候来预防疾病的发生,提高人们的生活质量。

已有研究表明,台风和焚风对心脑血管疾病会产生不利的影响,但对这方面的研究却不多,因此,应该加强此方面的研究。

### 参考文献:

- [1] 陆晨. 疾病发病与特殊天气过程的相关特征[J]. 气象科技, 2004, 32(6): 429-432.
- [2] 张书余, 王宝鉴, 谢静芳, 等. 吉林省心脑血管疾病与气象条件关系分析与预报研究[J]. 气象, 2010, 36(9): 115-119.
- [3] 杨民, 丁瑞强, 王式功, 等. 兰州市大气气溶胶的特征及其对呼吸道疾病的影响[J]. 干旱气象, 2005, 23(1): 54-57.
- [4] 刘学恩, 李群娜, 赵宗群等. 气温及冷空气对武汉市心脑血管疾病死亡率的影响[J]. 中国公共卫生, 2002, 18(8): 948-950.
- [5] Saez M, Sunyer J, Castellsague J, et al. Relationship between weather temperature and morality: a time series analysis approach in Barcelona[J]. International Journal of Epidemiology, 1995, 24(3):

- 576 - 582.
- [6] Woodhouse P R, Khaw K T, Plummer M, et al. Seasonal variations of plasma fibrinogen and factor VII activity in the elderly: winter infections and death from cardiovascular disease[J]. *Lancet*, 1994, 34(3):435 - 439.
- [7] 朱勇, 陈晓东. 2008 气象因素对心脑血管疾病日死亡人数影响的时间序列研究[J]. *现代预防医学*, 2008, 35(6):1036 - 1040.
- [8] 杨正志, 杨利华. 气象因素对老年高血压患者血压的影响[J]. *世界中西医结合杂志*, 2009, 4(6):418 - 419.
- [9] 曾四清, 介评. 全球气候变化对传染病流行的影响[J]. *国外医学医学地理分册*, 2002, 23(1):36 - 38.
- [10] Keatinge WR, Coleshaw SRK, Cotter F, et al. Increases in platelet and red cell counts, blood viscosity, and arterial pressure during mild surface cooling: factors in mortality from coronary and cerebral thrombosis in winter[J]. *Br Med J*, 1984(289):1405 - 1408.
- [11] Hajat S, Haines A. Associations of cold temperatures with GP consultation for respiratory and cardiovascular diseases among the elderly in London[J]. *International Journal of Epidemiology*, 2002(31):825 - 830.
- [12] Medina - Ramm M, Schwartz J. Temperature, temperature extremes, and mortality: a study of acclimatisation and effect modification in 50 US cities[J]. *Occup Environ Med*, 2007(64):827 - 833.
- [13] 岳海燕, 申双和. 呼吸道和心脑血管疾病与气象条件关系的研究进展[J]. *气象与环境学报*, 2009, 25(2):57 - 61.
- [14] Basu R, Ostro BD. A multicounty analysis identifying the populations vulnerable to mortality associated with high ambient temperature in California[J]. *Am J Epidemiol*, 2008, 168:632 - 637.
- [15] Myles W S. The Excretion of 11 - Hydroxycorticosteroids Rats During Exposure to Altitude[J]. *Biometeor*, 1972, 16(4):367 - 374.
- [16] 王玲, 白原, 刘小云, 等. 高血压与气象因素的关系[J]. *医学综述*, 2007, 13(3):239.
- [17] 王玲, 白原, 刘小云, 等. 冠心病与气象因素的关系[J]. *临床荟萃*, 2007, 22(3):178 - 179.
- [18] 张书余. *医疗气象预报基础*[M]. 北京:气象出版社, 1999. 56.
- [19] Ktz A, Biron A, Ovsyshcher E, et al. Seasonal variation in sudden death in the Negev dese ~ region of Israel[J]. *IMAJ*, 2000, 2:17 - 21.
- [20] El Mukammal G A, McKay, Neumann H H. A Note on Cardiovascular Diseases And Physical Aspects of the Environment[J]. *J Biometeor*, 1984, 28(1):17 - 28.
- [21] Burnett R T, Dales R. Associations between Ambient Particulate Sulfate and Admissions to Ontario Hospitals for Cardiac and Respiratory Diseases [J]. *American Journal of Epidemiology*, 1995 (142):17 - 22.
- [22] 印佩芳, 马辛宇, 袁军, 等. 脑卒中与天气过程的关系[J]. *气象*, 19(12):44 - 53
- [23] 董墓壶, 黄香杏, 林莹, 等. 高血压发病与短期天气变化关系分析[J]. *广西气象*, 2000, 21(2):43 - 48.
- [24] Basu R, Ostro B D. A multicounty analysis identifying the populations vulnerable to mortality associated with high ambient temperature in California[J]. *Am J Epidemiol*, 2008(168):632 - 637.
- [25] Choisnel E, Cohen J C, Poisvert M, et al. Weather and acute cardiovascular attacks: statistical analysis and results[J]. *Experientia*, 1987 (43):27 - 32.
- [26] Culic, Eterovic D, Miric D. Meta. Analysis of possible external triggers of acute myocardial infarction[J]. *J Cardiol*, 2005(9):1 - 8.
- [27] 廖小燕, 赵宗群, 赵宗慈. 气温及冷空气对北京市心血管疾病死亡率的影响[J]. *中国全科医学杂志*, 1999(增刊):56 - 57.
- [28] Hajat S, Haines A. Associations of cold temperatures with GP consultation for respiratory and cardiovascular diseases among the elderly in London[J]. *International Journal of Epidemiology*, 2002(31):825 - 830.
- [29] 李雄, 董蕙青, 郭琳芳, 等. 南宁医疗气象预报系统[J]. *广西气象*, 2005, 26(1):35 - 40
- [30] 杨宏青, 陈正洪, 刘建安. 武汉市中暑发病的流行病学分析及统计预报模型的建立[J]. *湖北中医学院学报*, 2000, 3.
- [31] 郭琳芳, 董蕙青, 覃天信. 南宁市居民心脑血管疾病与气象要素关系探讨[J]. *广西预防医学*, 2000, 6(6):341 - 343.
- [32] Braga L F, Antonella Zanobetti, Joel Schwartz. The Effect of Weather on Respiratory and Cardiovascular Deaths in 12 U. S. Cities Altesio [J]. *Environmental Health Perspectives*, 2002, 110(9):859 - 863.
- [33] 王佳佳, 郭玉明, 李国星, 等. 日最高气温与医院心脑血管疾病急诊人次关系的病例交叉研究[J]. *环境与健康杂志*, 2009, 26(12):1073 - 1076.
- [34] Marita L Nelson, Srebnik H H. Comparison of the Reproductive Performance of Rats at High Altitude (3,800 m) and at Sea Level [J]. *Biometeor*, 1970, 14(2):187 - 193.
- [35] 黄如训, 肖小华, 李玲, 等. 气象因素促发卒中的实验研究[J]. *中华老年医学杂志*, 2001, 20(5):366 - 368.
- [36] 赵素萍, 范惠洁, 王秋芳. 气象因素对北京顺义区居民心脑血管疾病影响的研究[J]. *中国慢性病预防与控制*, 2000, 8(1):7 - 8.
- [37] 骆继宾. 谈谈焚风效应[J]. *气象知识*, 38 - 39.
- [38] 王锡稳, 王宝鉴, 黄玉霞, 等. 兰州市心血管病与气象条件分析[J]. *干旱气象*, 2001, 19(1):29 - 32.

(下转至第 361 页)

- [4] Turner D B. A diffusion model for an urban area[J]. *J Appl Meteo*, 1964, 3:83-91.
- [5] 国家技术监督局, 国家环境保护局. 制定地方大气污染物排放标准的技术方法(GB/T 13201-91)[M]. 北京: 国家标准出版社, 1992.
- [6] Ludwig F L. Comparison of two practical atmospheric stability classification schemes in an urban application[J]. *J Appl Meteo*, 1976, 15:172-176.
- [7] 曹文俊, 朱汶. 大气稳定度参数的计算方法及几种稳定度分类方法的对比研究[J]. *中国环境科学*, 1990, 10(2):124-147.
- [8] 曹文俊, 朱汶, 王蓓蕾. 重庆冬季大气边界层湍流扩散能力的初步研究[J]. *大气科学*, 1994, 18(2):243-251.
- [9] 李智边. 几种大气稳定度分类法的适用性研究[J]. *环境科学研究*, 1990, 3(2):14-21.
- [10] 杨洪斌, 刘万军. 4种大气稳定度划分方法的分析比较[J]. *辽宁气象*, 1995, (3):30-31.
- [11] 刘强, 何清, 杨兴华, 等. 塔克拉玛干沙漠腹地冬季大气稳定度垂直分布分析[J]. *干旱气象*, 2009(4):308-313.
- [12] 毕雪岩, 刘烽, 陈辉, 等. 北京地区大气稳定度垂直分布特征[J]. *热带气象学报*, 2003(增刊):173-179.
- [13] 毕雪岩, 刘烽, 吴兑. 几种大气稳定度分类标准计算方法的比较分析[J]. *热带气象学报*, 2005, 21(4):402-409.
- [14] 陈泮勤. 几种稳定度分类法的比较研究[J]. *环境科学学报*, 1983, 3:357-363.

## Summary of Methods About Determination of Atmospheric Stability in Environmental Impact Assessment

LIU Qiang

(Xinjiang Survey and Design Institute of Water Resources and Hydropower, Urumqi 830000, China)

**Abstract:** Methods about determination of atmospheric stability are divided into two categories. The first one is based on conventional meteorological data, surface wind speed, cloud amount, and sunshine intensity data to determine the atmospheric stability, and this method mainly for flat open rural areas, only using observations from the suburban or airport meteorological station without considering some influences of dynamic and thermal factors of specific underlying surface, such as cities, mountains, water-surface, etc., and making semi-quantitative diffusion level of atmospheric stability. The second one is based on the high-altitude meteorological data, making use of the vertical distribution of temperature and wind velocity, and considering the influence of dynamic and thermal factors on atmospheric stability, in order to better reflect influence of the wind, temperature and turbulence on atmospheric stability.

**Key words:** atmospheric stability; wind speed; temperature

(上接第354页)

## Review About the Impact of Meteorology Condition on Cardiovascular and Cerebrovascular Diseases

MA Shoucun<sup>1,4</sup>, ZHANG Shuyu<sup>2</sup>, WANG Baojian<sup>3</sup>, LUO Bin<sup>1</sup>

(1. Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China; 2. Gansu Provincial Meteorological Bureau, Lanzhou 730020, China; 3. Lanzhou Central Meteorological Observatory, Lanzhou 730020, China; 4. Institute of Arid Meteorology, CMA, Lanzhou 730020, China)

**Abstract:** The researches on medical meteorology, especially the influence of weather or climate on cardiovascular diseases were reviewed by integrating the epidemiology and animal experiments. The causation of the cardiovascular diseases is complex, and meteorological factors can induce the cardiovascular diseases, for example, the cold front, warm front, typhoon and foehn weather would increase morbidity and mortality of cardiovascular diseases, and when the meteorological factors change abruptly, the morbidity of cardiovascular and cerebrovascular diseases would be higher.

**Key words:** meteorological factors; cardiovascular and cerebrovascular diseases; research advance