

编者按:

以气候变暖为主要特征和趋势的全球气候变化正在加剧人类生存环境的恶化。气候事件本身可直接危害人类的健康和生命安全,而由气候变化引起的生态环境变化可能产生更为广泛的适合媒介生物及病原体孳生的环境,引起疾病分布范围的扩大和流行强度的增强,加剧传染病的传播,引起重大公共卫生和安全问题。因此,适应气候变化,努力解决危害人类健康的突出环境问题,是当前各国科学工作者面临的重要任务之一,也是我国从事疾病预防控制科学家所关注的问题。为此,我们邀请了国内部分专家,较系统地介绍了气候变化对多种虫媒传染病传播潜在影响的研究进展以及技术发展趋势,并就今后研究重点提出了新的见解。“气候变化与人体健康”专栏可让读者一方面了解国内外该领域的研究发展趋势,另一方面也可探索适应气候变化对人体健康影响的研究重点领域提供依据,从而推进我国预防、控制虫媒寄生虫病的进程。

文章编号:1673-1719(2010)04-0235-06

气候变化与人体健康

周晓农

(中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所,上海 200025)



摘要:综述了气候变化与人类健康的关系,着重分析了气候变化对人体健康影响的主要方面与途径、适应气候变化的主要措施,提出了气候变化与人体健康关系研究中的科学问题及优先研究领域。并从国家层面上探讨了如何加强能力建设与制度建设等保障措施。

关键词:气候变化;人体健康;极端气候;传染病

中图分类号:P467/X503.1

文献标识码:A

引言

气候变化问题是21世纪人类社会面临的最严峻挑战之一,事关人类生存和各国发展^[1]。政府间气候变化专门委员会(IPCC)第四次评估报告中预测,到2100年全球平均气温将升高1.8~4.0℃,造成这种结果的原因90%可能是人类的活动^[2-3]。气候变化将对全球的生态系统、各国经济社会的可持续发展带来严重影响。目前,尽管《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)各缔约方还没有就如何应

对气候变化问题达成共识,但全球气候变化将造成难以估量的损失,使人类付出巨额代价的观念已为世界所广泛接受,并成为广泛关注和研究的全球性环境问题。其中,气候变化对人类健康的影响已成为主要问题之一^[4-6]。

世界卫生组织(WHO)对“健康”的定义是在精神上、身体上和社会交往上保持健全的状态,即并不仅仅是不得病,还应包括心理健康以及社会交往方面的健康。要保证人体的健康状态,人类赖以生存的环境起着关键的作用。若全球气候变暖引起

收稿日期:2010-01-11;修回日期:2010-05-17

资助项目:国家“十一五”科技支撑计划(2007BAC03A02);国家重大专项项目(2008ZX10004-011)

第一作者:周晓农(1962—),男,研究员,从事气候变化对人体健康影响研究。E-mail: ipdzhouxn@sh163.net

生态环境的急剧变化,必然影响到人类的健康状况。WHO利用全球气候模式(GCM)预测显示,2030年因气候变化引起的超额因病死亡危险度将增加2倍,其中疟疾、营养不良、腹泻等疾病死亡数将明显增加^[6-7]。周晓农等在构建我国不同地区血吸虫病气候-传播模型基础上,预测未来血吸虫病流行区将呈现向北扩展的趋势,潜在流行区的覆盖人口约2100万人,而2030年和2050年血吸虫病潜在传播区域北移范围更大^[8-10]。WHO认为,在不同的地方,气候变化带来的物理影响会有所差异。气候变化对人体健康产生的影响与很多条件密切相关,如经济发展水平、贫困和受教育的程度、公共卫生基础设施、土地利用和政治体制。因此,发展中国家将会首当其冲,贫困和营养不良严重、卫生基础设施薄弱的国家,在应对气候变化时将面临巨大的挑战^[11-12]。

为此,UNFCCC缔约方第15次会议于2009年12月在哥本哈根召开,大会发表了《哥本哈根协议》,明确了发达国家和发展中国家根据“共同但有区别的责任”原则,分别应当承担的义务和采取的行动。这次会议中有的国家已明确提出要加强气候变化对人体健康影响的评估研究以及采取相应的适应对策,但各国这方面的行动进度尚不平衡,各国应联合加强气候变化对人体健康影响的评估及适应对策的研究^[13]。首先要了解气候变化对人体健康影响的主要方面与途径,其次是要了解采取何种措施可应对或适应气候变化,以减少气候变化对人体健康的影响。为此本文提出了气候变化与人体健康中的科学问题及优先研究领域,并阐述如何加强能力建设与制度建设等适应措施,使气候变化对人体健康的影响程度降到最小。

1 气候变化影响人体健康的主要表现及途径

1.1 主要表现

未来气候变化及其引起的极端天气气候事件增多对人体健康具有多重影响,但以负面影响为主,包括以下方面。

(1) 气候变化改变了生态系统,影响自然疫源性

疾病的分布和传播。由于自然疫源性疾病的传播媒介和中间宿主的地区分布和数量取决于各种气象因素(温度、湿度、雨量、地表水及风等)和生物因素(宿主种类及病原体变异和人类干预),气候变暖可以增强这些疾病的传播^[14-16]。

(2) 气候变化加快大气中化学污染物之间的光化学反应速度,造成光化氧化剂的增加并诱发某些疾病。如,眼睛炎症、急性上呼吸道疾病、慢性支气管炎、慢性呼吸阻塞疾病、肺气肿和支气管哮喘等。此外,暑热天数延长及高温、高湿天气可直接威胁人们的健康,如气温升高使城市热岛效应加剧,空气污染更为严重等,则更加影响人类健康^[17-19]。

(3) 气候变化可增强紫外线辐射强度,并引起如白内障、雪盲、皮肤病等疾病^[20]。

(4) 气候变化引起水质恶化或洪水泛滥,进而导致一些疾病的流行,如腹泻、霍乱和痢疾等^[21-25]。

(5) 气候变化引起海平面的升高而发生洪水和风暴潮,会使各种水传播性疾病的发病增加,如钩端螺旋体病、血吸虫病等^[9-11,26]。

(6) 气候变化可引发社会制度变化;同时,食物及营养供给、人口数量增加及经济衰退等也是影响人类健康的重要因素^[27-29]。

1.2 影响途径

2007年6月4日,我国发布了《中国应对气候变化国家方案》。该方案指出,“气候变化可能引起热浪频率和强度的增加,而极端高温事件引起的死亡人数和严重疾病也将增加”。气候变化对人体健康影响的途径有时是单一的,有时多种途径并存^[30-31],主要包括以下几种。

极端事件:热浪、风暴、洪水、干旱、台风等极端气候事件会通过各种方式对人类健康造成影响。如流行病学专家回顾性调查1996—1999年洪涝灾区和非灾区人群疾病发病情况,结果显示灾区人群1996、1998年急性传染病发病率分别为863.181/(10万)和736.591/(10万),均高于非灾区年均发病率,循环系统、神经系统、消化系统等疾病以及损伤与中毒等8大类慢性非传染病的患病率灾区均高于非灾区^[32];极端事件除直接造成人员伤亡外,还可通

过损毁住所、人口迁移、水源污染、粮食减产（导致饥饿和营养不良）等损坏健康服务设施来间接影响健康。

热浪：受热浪影响引起的高死亡率疾病主要包括心血管、脑血管及呼吸系统疾病等^[33]。如我国南京1988年7月4—20日持续高温，共发生中暑4500例，其中重症中暑9.2%，死亡124例，病死率为30.2%^[34]。之后，我国相继在1998年、2003年及2007年出现高温，并在南方地区持续打破当地的高温纪录^[35-37]。

干旱：干旱和其他极端气候一方面直接影响农作物的产量，另一方面可以通过改变病原体所孳生的生态环境，造成病原体的变异而间接影响人体健康^[9-10,13]，如媒介传染性疾病的暴发或流行。

洪水：洪水对人体健康的影响可分为短期、中期和长期效应。短期效应主要是造成人员伤亡，中期效应主要是传染性疾病的传播和发病率的增加，长期效应则是由洪水造成的经济困难和生命财产损失而导致的精神压抑^[10,38]。

臭氧层破坏：臭氧层遭到破坏意味着地球上的生物将受到强紫外线的直接威胁。强紫外线可提高皮肤癌、白内障和雪盲的发病率^[13]。

1.3 影响方式

对气候均值的偏离都几乎必然影响到热浪和暴雨等极端气候现象的频率，近年来几次破纪录的飓风、水灾和热浪越来越引起人们关注，加上热带海洋变暖也会使热带气旋变得更加频繁和严重，因此，有关极端气候对人体健康影响的观测和预测研究也越来越多。特别是热浪能直接影响人群的发病率和死亡率，使人们亲身体会到气候变化引起的不良后果。如2003年欧洲的极端热浪在短短2周内造成4.5万人死亡，这一夏季是欧洲500年来最热的夏季，比正常年份平均气温升高了3.5^[39-40]。研究发现，在美国，居住在寒冷地区的居民对热浪更为敏感，且热浪的危险度已远远超过了飓风及暴风雨的危险。综合而言，气候变化对人体健康的影响方式可概括为直接影响和间接影响两个方面。

直接影响包括气温升高、热浪、洪水等，可导

致人体不适，甚至影响到心血管系统和呼吸系统，可引起某一区域死亡率显著上升或某些传染性疾病的传播及慢性非传染病复发。如1991年安徽省发生特大洪涝灾害，造成安徽省当年传染病总发病率上升，上升的病种主要是与水传播密切相关的肠道传染病，其次是儿童易患的呼吸道传染病，部分自然疫源性及虫媒传染病（如流行性出血热）也明显上升^[41]。

间接影响包括饮水供应、卫生设施、农业生产、食品安全以及媒介传播性疾病和水传播性疾病的影响等等^[42]。全球气候变暖除了可引起节肢动物等传染病媒介的地理分布扩大，增加疾病的潜在危险外，还可引发新发传染病的出现，如禽流感、钩端螺旋体病、军团病等^[4-5,7,14]。

2 应对或适应气候变化的主要措施与对策

1992年，UNFCCC公布了行动框架，力求把温室气体浓度稳定在某一水平，以防止人类活动对气候系统产生“负面影响”。延缓气候变化对人体健康影响的应对或适应对策以预防为主，即采取一切可能的措施来降低气候变化对人体健康的负面影响。

(1) 潜在流行区的监测与预警：在疾病流行区与非流行区的交界处（即潜在流行区）加强监测，一旦发现新的疫情应及时采取相应的措施。由于在全球平均气温升高2^{°C}的情景下，各种传染病的流行强度与范围的变化不完全一致，所以必须在评估的基础上，才能有效采取预防措施；但对一些新发传染病目前暂无预测方法或预测准确性极低。自2007年起，我国开始使用疫情及突发公共卫生事件的网络直报系统，目前已建立世界上最大的疾病监测系统。

(2) 预防疾病流行范围的扩散：对一些媒介传播性疾病、水传播性疾病等扩散路径清楚的疾病（如血吸虫病、广州管圆线虫病等），在扩散路径上设置阻碍设施，以阻止疾病的扩散。

(3) 在极端气候高发季节采取预防措施：如在热浪、洪水、热带风暴等极端气候高发季节，加强气候监测与预报，帮助人们及时采取预防措施，避免伤害。

(4) 改善居住与生活条件:该对策可预防许多健康问题,包括慢性非传染性疾病(心血管疾病、肿瘤等)的预防。

(5) 针对环境污染的适应措施:气候变化造成人体暴露于不利于健康的环境(包括污染的环境)机会增多,特别是一些职业性暴露。因此,在全球平均气温升高2℃的情景下,适应措施的力度需要作相应的调整,须加大投入,彻底清除不利于健康的暴露因素。

3 科学问题及优先研究领域

已有研究表明,气候变化对我国血吸虫病、疟疾、钩端螺旋体病、登革热等水传播性疾病和虫媒性传染病传播范围和程度的远期影响较大^[25-26, 43-44]。但这些研究结果仍未引起足够的重视,更少采取相应的适应对策。因此,如何结合我国应对气候变化国家方案,采取有效的适应对策与措施,最大程度地减少极端事件对人体健康的负面影响,将是今后研究工作的重点。

3.1 科学问题

气候变化是事关生态与环境保护、能源与水资源管理、食物安全和人类健康,事关人类社会可持续发展的重大问题,是人类社会生存和发展面临的一个巨大挑战。围绕最大程度地降低气候变化对人体健康带来的负面影响的关键科学问题有两个:一是如何评价气候变化对人体健康的影响以及结果分析,科学地回答气候变化对人体健康影响的程度、范围以及时间等。二是采取哪些针对性预防措施可以减缓全球气候变化对人体健康的影响,包括适应对策和减缓技术措施等(图1)。

3.2 优先研究领域

在气候变化与人体健康科研和业务方面,目前我国尚存在很大的不足,如基本数据获得困难,卫生信息系统不健全,防治措施滞后等等。此外,我国现有的相关研究中,大多是气象条件对疾病影响方面的,极少是严格意义上的气候变化对人体健康

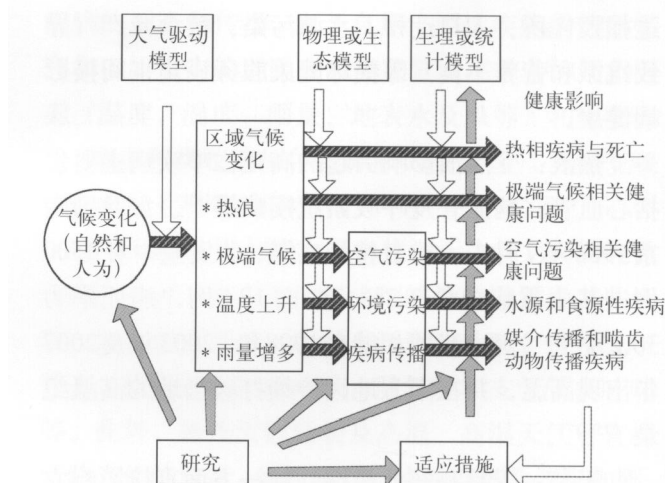


图1 气候变化对人体健康影响的途径与研究方向

Fig. 1 The pathway and research priorities on impact of climate change on human health

的影响研究。因此,我国在这方面的优先研究领域应该为:

(1) 研究气候变化敏感性疾病。深入研究可能与气候变化相关的疾病,如虫媒传染病和肠道传染病,进一步研究某种传染病的亚型间对气候变化敏感性的不同之处,如沙门氏菌感染的不同亚型对气候变化的敏感性。

(2) 研究我国不同区域影响人体健康的疾病谱及其影响机制。在不同的气候地区进行研究,以全面了解气候变化对我国居民健康的影响及其影响机制,为预防对策的制订提供技术支撑。如中国科学院和中国气象局根据热量指标进行一级区划,提出把全国划分成9个气候带和1个高原气候区,这些区域的气候变化对不同疾病种类的影响程度也不一致。

(3) 研究不同人群适应气候变化的比较研究。开展针对亚人群(如老年人和儿童)的研究,特别是对脆弱人群的研究,为制订针对亚人群的预防措施提供依据。

(4) 建立生物或统计预测模型,以提高定量分析和预测的准确性。例如,分别通过生物学概念建立生物学预测模型,或基于统计分析方法,建立时间序列分析方法来控制季节性、长期趋势、自相关及其他混杂因素的影响。

(5) 研究气候变化敏感性疾病的疾病负担。2000年WHO全球疾病负担研究数据表明,全球由气候变

化导致的伤残调整生命年 (DALYs) 为 551.7 万^[6]。其他国家和地区对气候变化相关的疾病负担研究数量很少,在现有监测数据的前提下,应尽早在中国开展气候变化相关的疾病负担研究。

(6) 研究气候变化的适应对策与减缓技术措施。目前针对气候变化的适应与减缓政策和行动在全球和地区水平都还没有达到统一认识,应更多地开展与应对气候变化相关的成本效益分析。

4 保障措施

气候变化是当今全球面临的重大挑战。遏制气候变暖,拯救地球家园,是全人类共同的使命。为此,我国应在以下几方面实施保障措施。

(1) 加强公共卫生服务与疾病控制能力建设:建立健全疾病监测网络和预警体系,以提高全民应对气候变化带来的各种突发事件的能力。同时,加强对重点职业人群、脆弱区域及脆弱人群的监测,对特殊人群采取有效的保护措施,以减少部分职业人群因高度暴露于各种有害因子引起的高疾病负担。

(2) 强化健康教育:加强公众自我保护意识的宣传与健康教育活动,使各地居民充分认识到气候变化可能对人体健康的影响,提高全民自身保护能力。

(3) 改善人居条件与自然生态系统:采取科学的方式,不断改善住所的生态环境,减少气候变化对健康的负面影响。

(4) 提高与人类健康相关的适应对策实施力度:加强国际和国内多领域多学科的合作,研究和探索气候变化对人体健康影响的作用机制、评价和预测模型的研究。研究各种与人类健康相关的适应技术,如气候变化对我国不同气候带城市和农村地区居民健康和疾病传播的影响,开发建立气候变化与人体健康早期预警系统和应急预案等相应的适应技术。

2008 年世界卫生日的主题是“应对气候变化,保护人类健康”。同全球一样,近百年来我国的气候变化也向变暖的方向发展,平均地表温度增幅达 1.1[°]。在这个背景下,我国也面临众多的气候与环境问题,如人体健康和人居环境等。我国政府充分认识到气候变化问题的严重性和紧迫性,努力推动

UNFCCC 和《京都议定书》的落实,制订并实施了《中国应对气候变化国家方案》。虽然我国在气候变化与人体健康领域的研究刚刚起步,但我国近年来已将公共卫生问题提升到公共安全问题^[45],因此在已制定的《国家环境与健康行动计划》中将气候变化对健康的影响作为优先工作领域,启动了气候变化对环境相关疾病的影响机制研究等工作。因此,我国今后在气候变化与人体健康领域将会取得更多的成果,以更好地应对气候变化,确保我国的公共安全。■

参考文献

- [1] 于贵瑞,牛栋. 联合国气候变化框架公约 [J]. 资源科学, 2001, 23: 10-16
- [2] Martens P, McMichael A J. Environmental change, climate and health [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2002: 311-332
- [3] IPCC. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007: 7-22
- [4] Martens P, Moser S C. Health impacts of climate change [J]. Science, 2001, 292: 1065-1066
- [5] Colwell R R, Epstein P R, Gubler D, et al. Climate change and human health [J]. Science, 1998, 279: 968-969
- [6] Patz J A, Campbell-Lendrum D, Holloway T, et al. Impact of regional climate change on human health [J]. Nature, 2005, 438: 310-317
- [7] Bloem M W, Semba R D, Kraemer K. Castel Gandolfo workshop: an introduction to the impact of climate change, the economic crisis, and the increase in the food prices on malnutrition [J]. J Nutr, 2010, 140 (1): 132-135
- [8] Zhou X N, Yang G J, Yang K, et al. Potential impact of climate change on schistosomiasis transmission in China [J]. Am J Trop Med Hyg, 2008, 78: 188-194
- [9] 周晓农, 杨坤, 洪青标, 等. 气候变暖对中国血吸虫病传播影响的预测 [J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2004, 22: 262-265
- [10] 周晓农, 杨国静, 孙乐平, 等. 全球气候变暖对血吸虫病传播的潜在影响 [J]. 中华流行病学杂志, 2002, 23: 83-86
- [11] 崔彦红, 高凌. 应对气候变化, 保护人类健康——2008 年世界卫生日主题 [J]. 国外医学: 卫生学分册, 2008, 35: 129-130
- [12] 陆如山. WHO 成立 60 周年号召“保护健康不受气候变化的危害”——2008 年世界卫生日主题 [J]. 医学信息学杂志, 2008, 29: 27
- [13] McMichael A J, Neira M, Bertollini R, et al. Climate change: a time of need and opportunity for the health sector [J]. Lancet, 2010 (Published Online November 25, 2009, doi:10.1016/S0140-6736(09)62031-6)
- [14] 周启星. 气候变化对环境与健康影响研究进展 [J]. 气象与环境学报, 2006, 22: 38-44
- [15] 杨坤, 王显红, 吕山, 等. 气候变暖对中国几种重要媒介传播疾病的

- 影响[J]. 国际医学寄生虫病杂志, 2006, 33: 182-187
- [16] 吕山, 周晓农. 全球气候变暖对广州管圆线虫病流行的潜在影响[J]. 国外医学: 寄生虫病分册, 2005, 32: 195-199
- [17] 彭少麟, 周凯, 叶有华, 等. 城市热岛效应研究进展[J]. 生态环境, 2005, 14: 574-579
- [18] 周凯, 叶有华, 彭少麟, 等. 城市大气总悬浮颗粒物与城市热岛[J]. 生态环境, 2006, 15: 381-385
- [19] McMichael A J, Woodruff R E, Hales S. Climate change and human health: present and future risks[J]. Lancet, 2006, 367: 859-869
- [20] 刘学恩. 全球气候变化对人群健康的潜在影响[J]. 国外医学: 卫生学分册, 1997, 24: 159-161
- [21] 曾四清. 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: 36-38
- [22] 秦大河, 罗勇, 陈振林, 等. 气候变化科学的最新进展: IPCC 第四次评估综合报告解析[J]. 气候变化研究进展, 2007, 3: 311-314
- [23] Vorosmarty C J, Green P, Salisbury J, *et al.* Global water resources: vulnerability from climate change and population growth[J]. Science, 2000, 289: 284
- [24] Harvell C D, Mitchell C E, Ward J R, *et al.* Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota[J]. Science, 2002, 296: 2158-2162
- [25] Singh R B, Hales S, de Wet N, *et al.* The influence of climate variation and change on diarrheal disease in the Pacific Islands[J]. Environ Health Perspect, 2001, 109: 155-159
- [26] Rodo X, Pascual M, Fuchs G, *et al.* ENSO and cholera: a nonstationary link related to climate change? [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2002, 99: 12901-12906
- [27] 杨国静, 孙乐平, 洪青标, 等. 血吸虫病传播气候预警模型的应用与前景[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2009, 21: 432-436
- [28] Rosenzweig C, Parry M L. Potential impact of climate change on world food supply[J]. Nature, 1994, 367: 133-138
- [29] Stern N. The economics of climate change[J]. Am Economics Rev, 2008, 98: 1-37
- [30] Bosello F, Roson R, Tol R S J. Economy-wide estimates of the implications of climate change: human health[J]. Ecol Economics, 2006, 58: 579-591
- [31] 高广生. 中国应对气候变化国家方案[J]. 中国能源, 2007, 29: 5-8
- [32] 黄磊, 李巧萍, 徐影, 等. 气候变暖时不我待——解读《中国应对气候变化国家方案》[J]. 中国减灾, 2007, 7: 12-13
- [33] 李硕硕, 谭红专, 李杏莉, 等. 洪灾对人群疾病影响的研究[J]. 中华流行病学杂志, 2004, 25: 36-39
- [34] 谭建国, 陆晨, 陈正洪. 高温热浪与人体健康[M]. 北京: 气象出版社, 2009: 62-88
- [35] 李永红, 陈晓东, 林萍. 高温对南京市某城区人口死亡的影响[J]. 环境与健康杂志, 2005, 22: 6-8
- [36] 徐金芳, 邓振镛, 陈敏. 中国高温热浪危害特征的研究综述[J]. 干旱气象, 2009, 27 (2): 163-167
- [37] 谈建国, 黄家鑫. 热浪对人体健康的影响及其研究方法[J]. 气候与环境研究, 2004, 9 (4): 680-686
- [38] 杨辉, 李崇银. 2003年夏季中国江南异常高温的分析研究[J]. 气候与环境研究, 2005, 10 (1): 81-85
- [39] 朱志珍, 吴华, 郭宏伟, 等. 洪水受灾人群身心健康状况调查[J]. 中国心理卫生杂志, 2000, 14: 366-373
- [40] Kosatsky T. The 2003 European heat waves[J]. Euro Surveill, 2005, 10: 148-149
- [41] Beniston M. The 2003 heat wave in Europe: a shape of things to come? An analysis based on Swiss climatological data and model simulations[J]. Geophys Res Lett, 2004, 31: 1-4
- [42] 俞凤, 孙玉东. 洪涝灾害中传染病流行特点分析[J]. 伤残医学杂志, 1997, 5: 39-42
- [43] Lu L, Lin H, Tian L, *et al.* Time series analysis of dengue fever and weather in Guangzhou, China[J]. BMC Publ Health, 2009, 9: 395
- [44] Githeko A K, Lindsay S W, Confalonieri U E, *et al.* Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis[J]. Bull World Health Organ, 2000, 78: 1136-1147
- [45] 吴淑金. 我国公共卫生的现状与发展举措[J]. 医学信息, 2008, 21 (5): 615-617

Potential Impacts of Climate Change on Human Health

Zhou Xiaonong

(National Institute of Parasitic Diseases, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200025, China)

Abstract: This paper reviews the association between climate change and human health, with an emphasis on the impact of climate change on human health, including impact areas and pathways as well as adaptation measures. The scientific hypothesis and research priorities are analyzed in the field of the association of climate change with human health. Supporting strategies at national level, such as how to strengthen capacity building and institution building in this field are also put forward.

Key words: climate change; human health; extreme climate events; infectious diseases