

长期远程多参数人体健康监测系统在环境危害评估中的应用

罗旭¹, 孙赞晨¹, 杨军², 朱樑¹

摘要: 生活环境会深刻影响人的身体健康, 包括温度、气压、空气污染、水体污染、职业污染等, 其作用于人体, 引起健康损害。本文通过分析常见环境因素对人体健康参数的影响, 简要介绍了目前环境健康风险评估的一些应用实例, 提出可以利用长期人体健康评估系统为环境健康风险评估提供实时个体健康效应数据, 总结了目前长期远程多参数人体健康评估系统的研究现状, 并展望了其发展趋势, 为评估环境对健康影响提供科学依据。

关键词: 环境因素; 环境健康风险评估; 动态监测; 健康评估系统; 远程医疗

Long-Term and Long-Distance Multi-Parameter Health Assessment System for Environmental Monitoring LUO Xu¹, SUN Yun-chen¹, YANG Jun², ZHU Liang¹ (1.Department of Gastroenterology, Changzheng Hospital, Shanghai 200003, China; 2.Institute of Aviation Medicine, Chinese PLA Air Force, Beijing 100142, China). Address correspondence to ZHU Liang, E-mail: zhuliangcz@126.com · The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: Living environment has a profound impact on human health, including temperature, air pressure, air pollution, water pollution, and occupational pollution. Based on the analysis of influence of common environmental factors on human health parameters, this paper presented a brief introduction on application examples of current environmental health risk assessment, and proposed that long-term human health assessment system could provide data on real-time individual health effects for environmental health risk assessment. By summarizing research status of long-term and long-distance multi-parameter health assessment system, this paper prospected its trend in order to provide a scientific basis for assessing the health impact of environment.

Key Words: environmental factor; environmental health risk assessment; dynamic monitoring; health assessment system; telemedicine

环境中的温度、气压、氧含量等均会对人体生理功能产生急性或者慢性的作用, 由于生活环境污染日益严重, 环境因素对人类健康的影响也越来越受到研究者的重视。环境因素对人体的损伤大多数是一个致病因素在体内的积累, 量变引起质变的过程, 所以往往出现明显症状时损伤已较为严重。通过长期远程动态多参数的健康监测与评估, 可及时发现身体重要体征的变化, 早期发现不良环境下某些疾病的发生发展, 告诫其应及时脱离有害环境或进行早期干预和治疗。

1 生活工作环境对健康的影响

1.1 温度

外界环境温度变化对人体影响最显著的是中暑和冻

伤, 除了这种急性损伤外, 环境温度的变化还会引起很多慢性病的急性发作, 如气温骤降极易造成慢性阻塞性肺疾病的急性发作; 周玉庆等^[1]对长沙市日均气温变化与急性脑血管疾病的相关性进行了调查, 结果表明, 春季气温升高和秋季气温下降是脑出血、脑梗死、短暂性脑缺血发作和其他急性脑血管疾病的危险因素, 而夏季气温升高是脑梗死和其他急性脑血管疾病的危险因素。

1.2 气压

气压变化主要影响人体呼吸系统及循环系统, 特别是高原地区的低气压、低氧环境对心肺功能有很大影响, 导致“高原反应”, 严重者可出现急性高原肺水肿、急性高原脑病等, 危及生命。近年来发现气压对人体的其他作用也不容小觑, 如董静梅等^[2]探讨了高原环境下运动氧化应激影响免疫反应的规律。更有研究表明, 低气压环境会引起胃电图、胆道动力、肾脏功能的变化^[3-5]。

1.3 空气污染

空气污染主要由工业废气、汽车尾气、生活燃煤和焚烧秸秆等造成, 按照存在状态可分为气溶胶状态

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2016.15709

[基金项目] 上海科委科技支撑项目(编号: 12441902702)

[作者简介] 罗旭(1989—), 男, 硕士生; 研究方向: 健康管理; E-mail: luoxuha@qq.com

[通信作者] 朱樑, E-mail: zhuliangcz@126.com

[作者单位] 1. 上海长征医院内科, 上海 200003; 2. 空军航空医学研究所, 北京 100142

污染物和气体状态污染物。雾和颗粒物(霾的主要污染物)都属于气溶胶状态污染物。而臭氧、二氧化硫、一氧化碳、二氧化氮等都属于气体状态污染物。在2010年,全球范围内因空气污染导致330万人过早死亡,其中中国死亡人数约130万人^[6]。空气污染不仅可引起各种急慢性呼吸系统疾病,如马晓燕等^[7]探讨了空气污染物中的重要成分PM_{2.5}对哮喘的发病影响及其机制;还可能引起其他系统问题,有研究表明空气污染对糖尿病发病率也有一定影响^[8]。

1.4 水体污染

水体污染致病的报道屡见不鲜。从1956年日本熊本县的水俣病到1986年瑞士莱茵河“死亡”事件,水污染的后果都是非常严重的,可造成水体中的动植物中毒及沿岸人群的身体损伤。20世纪初发现的“痛痛病”,就是河流沿岸的农民用被镉污染的水浇灌稻田,导致大米中镉含量超标,进而毒害人体。目前水体中抗生素的污染也越来越受到人们的重视。有研究发现目前抗生素已经污染了地表水、地下水,人们的饮用水中也检测出了抗生素,这种情况除了会增加环境中致病微生物的耐药性外,对人体健康会造成哪些影响,有待进一步研究^[9]。

1.5 职业污染

工作环境中也有很多致病因素,粉尘、噪音、辐射等均可导致身体各系统损伤。最为人关注的“煤工尘肺病”常见于煤矿工人,因其工作环境中存在大量粉尘,随空气进入肺内,造成不可逆损伤。噪音通常会损伤听力,近年来有研究表明工作环境中的噪音还可以引起血压升高、血脂升高、神经系统紊乱、月经不调等多个系统的疾病^[10-11]。

以上种种环境问题导致现代人慢性病患率升高,并随着年龄增长逐渐显现。若有简便易行的家用健康监测系统来帮助人们更好地掌握自己身体的变化,提醒人们及时脱离有害环境或者进行早期预防,会极大降低这些慢性病的并发症发生率和病死率也可减少猝死的发生率。根据疾病评估结果,针对健康危险因素,为个人提供维护和改善健康的方法。多项研究表明,尽早对人群健康状况的各个方面进行评估,重视高危人群的疾病防治,加强对低危人群的宣教和预防,可以有效地干预和控制明确的健康危险因素,对降低多种慢性病的发病率和病死率起到积极作用^[12-14]。

2 环境健康风险评估

环境健康风险评估是定量描述环境对健康产

生危害的风险,是研究环境因素与人体健康相关性的方法,是收集、整理和分析各种健康的相关资料,以评价人体健康受环境因素损害的可能性及其严重程度^[15]。早期的健康风险评估主要应用在人体长期低剂量暴露于有毒化学物质所引起的健康损害上,其评价方法主要采用美国环保署(US Environmental Protection Agency)推荐的“四步法”^[16]:(1)风险识别(hazard identification),(2)剂量-反应评价(dose-response assessment),(3)暴露评价(exposure assessment),(4)风险表征(risk characterization)。

早期的研究大多针对单一受体和风险源,多应用于对水体、土壤、大气、动植物等单环境介质引起的健康风险进行评价。王旭等^[17]对驻海拔3000m以上且驻训时间在10年以上的160名官兵进行动态心电图分析比较,发现有141例出现不同程度的心律失常,得出高原低氧低气压环境易导致心律失常的结论,并且心律失常严重程度与海拔高度呈正相关。金银龙等^[18]测定太原市燃煤污染物对人群健康危害影响程度的结果表明,在重度污染区,成人发生呼吸系统症状和阻塞性肺部疾病的危险性分别是相对清洁区的1.7倍和1.5倍;而污染物中ln(PM₁₀)每升高一个单位,小学生肺部大、小气道通气量分别降低194、172mL;ln(SO₂)升高一个单位,小学生肺部大、小气道通气量分别降低69、119mL;在重度污染区的小学生非特异免疫指标和体液免疫指标均明显低于相对清洁区。再比如单礼堂等^[19]分析了胃癌、食道癌、宫颈癌等七种癌症高发地区的土壤,发现土壤中Mg、Ca等微量元素含量与癌症的发病率存在相关性。

环境健康风险评估更多的是研究环境对人体产生的深远影响,有害环境长期慢性作用于人体产生的结果无法及时反映,对处在其中的受害者也只能亡羊补牢,无法早期干预。近年来,对于环境影响人体健康的研究越来越注重以预防为主,力求在外部环境对人体造成不可逆损伤之前监测到环境指标的变化或者人体参数的变化,从而做出预警,进行早期干预。可以运用长期远程多参数人体健康评估系统,监测人体参数变化,实时反映环境影响下人体健康的变化。由于长期远程动态多参数监测系统在国内外的研究还处于较为初级的阶段,一般设备只能监测环境对于人体健康影响的最直接反映,即人体主要生命参数的变化,如心率、血压、呼吸、体温、心电图、血氧等。通过收集这些数据,进行数据分析与融合,可以通过判断人体的健康状况,进而监测环境变化对人体健康

的影响。

3 多参数健康评估系统

健康评估是通过收集与跟踪反映个人身体健康状况的各种信息,利用预测模型来确定被评估者目前的健康状况及发展趋势,使之能了解是否有发生某种疾病的危险性以及危险程度。张娟等^[20]对20名从深圳至西藏的高原旅行者进行长期动态监测,包括血压、呼吸、心率、脉搏、血氧以及呼吸心率乘积和收缩压心率乘积,分析比较不同海拔高度、进入高原不同时间的心肺功能指标的变化,得出结论:高原缺氧对健康成人短期高原旅行的影响较明显,尤其在进入高原第1周内。结论可用于平原居民进入高原的健康指导。胡献伍等^[21]对四个不同地下深度高温、高湿矿井环境中作业的95名矿工进行调查,研究其体温、心率、血压等生理参数的变化,探讨矿井临界气候值的确定。这些研究均是试图通过对人体健康的评估来监测环境对人体的影响。

目前,健康评估系统的研究热点主要集中在职业健康与职业环境安全监测领域。上海神九纺织科技试制了一套医学监护智能服装^[22],该套智能服装能够用来监控人体的心率、体温、呼吸等生理参数,可用于人体健康、慢性疾病的监控等;也可应用于战场、火场等一些危险的地方,将该产品应用于消防服,加入可测量环境温度的传感器,就能同时检测消防员周围的环境温度以及消防员自身生命体征变化,及时对危险情况发出预警,保证消防员的生命安全。如有需要,该智能服装还能将这些信号发送到个人计算机或手机上,甚至是附近的医疗机构,从而使远程医疗成为可能。姜军等^[23]研制了半自动远程矿工健康监控系统,能实施远程监测矿洞作业环境及矿工身心健康状况,出现异常情况可以预警,以避免事故发生。王璋奇等^[24]研制了线路作业人员可穿戴健康与安全实时监测系统,通过测量脉搏、体温、呼吸等生理数据,实施监测高压输电线路作业人员生理状态、位置信息和活动状态,保障作业人员安全。魏凌一等^[25]初步研制出能实时监测汽车驾驶员的脉搏、心电等数据,联合车载局域网采集技术同时监测汽车状况和实时路况环境,达到减少交通事故的目的。

上述研究均处于初级阶段,监测手段和数据处理方式十分有限,对于较复杂的疾病早期诊断仅在医院能做到;市面上虽有很多家用健康监测设备,如腕带式电子血压计,血糖测试仪,指夹式脉搏血氧仪,手

持式心电监测仪等,这些设备各有所长,虽然精准度达到医疗要求的为数不多,但大多可用于监测筛查、初步评估。监测获得数据后,还需要专业技术人员分析判断这些监测结果,方能做出真正有价值的健康评估。因此,远程健康评估系统应运而生,让患者在家中进行测试,检测数据通过无线网络发送到监测中心,然后由专业医生给出专业的判断和建议。目前应用较为成熟的远程心电监测仪,通过手机将数据发送到医院,作实时或定时分析判断,对发作无规律、常规心电图和动态心电图难以捕捉的异常情况具有重要的诊断价值;还可用于起搏患者的随访、某些药物的临床观察等^[26]。目前已有短程、长程、实时连续三种型号,各有其功用,供医生和患者选择^[27]。近年很多公司研发出具有越来越多功能的远程医疗监护系统,可对心电、呼吸、血压、脉搏、体温、血氧饱和度等同步监测,并实时传递数据给医疗监测中心;还具有全球定位系统(GPS)定位、危机报警、通知亲友等个性化模块,具有快速和便捷的特点。姜永涛等^[28]采用脉搏波速连续血压测量方法,进行可穿戴动态血压监护系统的设计,进一步基于人体位姿识别进行血压模型矫正,实现连续血压的监测;李富峰等^[29]研究出的基于手机的热成像系统;以色列CNOGA医疗公司生产的TensorTip无创多参数生物测量设备,仅佩戴在使用者指尖,即可监测血压、血红蛋白、红细胞压积和血气分析等多达十几项参数,且已获得中国食品和药物监督管理局(CFDA)批准^[30];谷歌最近研发出“血糖监测隐形眼镜”等。这些都表明,随着科技发展,越来越多的监测仪器可以做到小型化、便携化、可穿戴化,功能越来越多,也越来越精准。

4 发展展望

由于人类生存环境的变化加剧,日益严重的环境污染、人口的老龄化、社会节奏变快等多方面因素,导致慢性病人在人群中所占的比例会越来越高,社会医疗压力也会随之增大。多参数健康评估系统不仅具有监测人体生理参数的功能,也越来越多整合周围环境的监测功能,如法国Withings公司^[31]在2008年推出的智能体重秤,可以让用户检测出自己的体重、体质指数、脂肪含量、心率等,还能实时监测周围空气质量。我国国家卫生计生委也指示要加强环境与健康综合监测与风险评估,依托现有的环境健康危害因素监测网络,强化人体生物监测和健康效应监测^[32]。

远程健康监测系统必定向着监测参数尽可能多、穿戴时间尽可能长、与环境联动、与远程会诊中心联接、实时快速准确的方向发展,预警生活环境的恶化和人群疾病的发生,为生活在不良环境中的人们提供更加便捷可靠的医学服务。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

- [1] 周玉庆,袁洪,黄志军,等.长沙市气温变化与急性脑血管疾病急诊关系的病例交叉研究[J].环境与健康杂志, 2013, 30(5): 394-399.
- [2] 董静梅,汪继兵,秦黎黎,等.高原环境下运动氧化应激与免疫反应相关联的生物标志研究进展[J].环境与职业医学, 2015, 32(5): 486-490.
- [3] 郗爱旗,褚以德.高原与蛋白尿[J].高原医学杂志, 2007, 17(1): 61-63.
- [4] 徐先荣,翟丽红,徐华,等.低气压暴露对飞行员胃电图的影响[J].空军医学杂志, 2013, 29(4): 185-187.
- [5] 周迈,李天牧.飞机客舱中的气压变化对胆道动力的影响[J].世界华人消化杂志, 2013, 21(35): 3983-3987.
- [6] Lelieveld J, Evans JS, Fnais M, et al. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale[J]. Nature, 2015, 525(7569): 367-371.
- [7] 马晓燕,张志红. PM_{2.5}与哮喘关系的研究进展[J].环境与职业医学, 2015, 32(3): 279-283.
- [8] Rajagopalan S, Brook RD. Air pollution and type 2 diabetes: mechanistic insights[J]. Diabetes, 2012, 61(12): 3037-3045.
- [9] 叶必雄,张岚.环境水体及饮用水中抗生素污染现状及健康影响分析[J].环境与健康杂志, 2015, 32(2): 173-178.
- [10] 宋宇,张贤玉,杨敬荣,等.噪声对作业人员神经和心血管系统的影响[J].职业与健康, 2007, 23(15): 1281-1283.
- [11] 孙丙坤,陈应召,陈庚辰.纺织噪声对女工生殖机能的影响[J].职业与健康, 2007, 23(3): 169-170.
- [12] 王建丽,张立强.美国内科医师学院关于阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征诊疗指南解读[J].临床内科杂志, 2015, 32(6): 431-432.
- [13] 王新.健康评估法在老年慢性心力衰竭患者疗养护理中的运用[J].中国医药指南, 2014, 12(17): 351-352.
- [14] 吴巧玉,叶志弘,虞雪琴.心血管疾病相关健康评估的研究进展[J].护理与康复, 2015, 14(5): 435-438.
- [15] 于云江.环境污染的健康风险评估与管理技术研究[J].中国科技成果, 2011, 12(11): 17-19.
- [16] 钱家忠,李如忠,汪家权,等.城市供水水源地水质健康风险评估[J].水利学报, 2004(8): 90-93.
- [17] 王旭,赵瑞,李梦薇.高原地区中青年官兵心律失常监测结果的分析[J].临床心电学杂志, 2014, 23(5): 363-365.
- [18] 金银龙,何公理,刘凡,等.中国煤烟型大气污染对人群健康危害的定量研究[J].卫生研究, 2002, 31(5): 342-348.
- [19] 单礼堂,李铁松,王文成.中国癌症高发区的土壤环境[J].河南预防医学杂志, 2007, 18(2): 151-152.
- [20] 张娟,鲁毅,王显春,等.短期高原旅行中健康成人心肺功能的变化[J].中国临床康复, 2005, 9(20): 188-190.
- [21] 胡献伍,赵德惠.恶劣矿井气候条件对矿工健康影响及防治措施[J].能源技术与管理, 2007(1): 73-74.
- [22] 上海神九纺织科技试制医学监护智能服装[J].纺织导报, 2009(12): 67.
- [23] 姜军.半自动的远程矿工健康监控系统[D].长春:吉林大学, 2015.
- [24] 王璋奇,黄增浩,葛永庆,等.线路作业人员可穿戴健康与安全监测装置研究[J].广东电力, 2015, 28(9): 66-71.
- [25] 魏凌一.车辆驾驶员健康监控系统的研究与实现[D].北京:北京邮电大学, 2012.
- [26] 华伟,曹东芳,关月,等.远程心电监测记录的临床应用[J].心电学杂志, 2005, 24(4): 206-207.
- [27] 丁世芳.远程心电信息监测系统的类型与应用概述[J].中国心脏起搏与心电生理杂志, 2009, 23(2): 174-175.
- [28] 姜永涛.基于脉搏波速法的可穿戴动态连续血压监护[D].上海:东华大学, 2011.
- [29] 李富峰,陈峰,刘静.基于手机的移动式热成像系统研究与初步应用[J].中国医疗器械杂志, 2015, 39(3): 173-176.
- [30] 美通社. CNOGA 获得中国 CFDA 批准在市场销售无创生物多参数显示器(MTX)[EB/OL]. (2016-04-11)[2016-05-21]. <http://www.prnasia.com/story/146641-1.shtml>.
- [31] 李婉怡,齐霖.可随身穿戴的医院[J].新经济, 2014(24): 68-69.
- [32] 中国疾病预防控制中心.全国环境与健康工作研讨会暨2015年全国疾控系统环境与健康工作会议在宁波召开[EB/OL]. (2015-09-23)[2016-03-21]. http://www.chinacdc.cn/zxdt/201509/t20150923_120571.htm.

(收稿日期: 2015-12-16)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 王晓宇; 校对: 葛宏妍)