

文章编号:1000-5404(2012)08-0687-04

专家述评

热带医学的起源与发展趋势

艾国平 (400038 重庆,第三军医大学军事预防医学院热带医学研究所)

[关键词] 热带医学;热带病;热带卫生学;起源;展望

[中图分类号] R188.11

[文献标志码] A



History and prospect of tropical medicine

Ai Guoping (Institute of Tropical Medicine, College of Military Preventive Medicine, Third Military Medical University, Chongqing, 400038, China)

[Abstract] Tropical medicine is a branch of medicine integrating preclinical medicine, clinical medicine and preventive medicine, and investigating the diagnosis, treatment and prevention of diseases in tropical and subtropical regions, including tropical disease and tropical hygiene. Since climate is not the main reason why those infections remain endemic in tropical areas, there is a trend towards renaming this speciality as “Geographic Medicine” or “Third World Medicine”. The rapid development of technology provided the direction and momentum for the development of tropical medicine. At the same time, economic, environmental and social factors make the pathogen species variation, and infectious diseases become more complicated, prevention and treatment of tropical diseases have faced with new challenges in the future. From my point of view, the government should give more concerns and throw more money into the tropical medicine research and education. The new gene technology, geographic information system(GIS) and other advanced technology should be used in the diagnosis, treatment, surveillance and prevention of tropical medicine, so that people can face and control the new infectious diseases and emergent public health events. New vaccines and drugs should be developed for the prevention and treatment of new infection disease.

[Key words] tropical medicine; tropical disease; tropical hygiene; history; prospect

Supported by the “Twelfth Five-year Plan” of Logistic Scientific Research of PLA(CWS11C138). Corresponding author: Ai Guoping, Tel: 86-23-68772158, E-mail: aigping@yahoo.com

热带医学(tropical medicine)是研究发生于热带或亚热带地区各种疾病的诊断、治疗、预防、控制和如何消灭这些疾病的一门综合性科学,主要由热带病学和热带卫生学两部分组成^[1]。热带医学有着非常悠久的历史,在19世纪末、20世纪初世界各国成立了专门的热带医学研究和教育的机构,热带医学得到较好的发展,热带病的预防、诊断、治疗取得了较好的效果,部分热带病得到有效的控制。随着全球气候变暖、工业污染、人口增长、自然疫源地的商业开发、旅游业的发展、抗生素和杀虫剂等大量使用,促使病原物种变异和传染源、媒介昆虫

活动迁徙范围扩大,新发和再发的热带病给人类提出了新的挑战,现就热带医学的起源和发展趋势做一评述。

1 热带医学的起源

热带是指赤道南北两侧23°27'围绕地球一周的地带;热带地区跨四大洲,主要是非洲、拉丁美洲,部分亚洲和太平洋群岛,占全世界陆地面积的1/4,人口约占全世界的1/3,位于热带的国家共有87个,有地域广、人口多、经济相对落后等特点。我国热带和亚热带地区主要包括:海南、广东、广西、浙江、福建、台湾以及江苏南部、云南南部和西南海拔1500 m以下的谷地(包括藏南部分地区)。近年来,随着全球气候变暖趋势日益加剧,平均气温每升高1℃,热带地区将向两极推进200 km,热带地域正在逐年扩大,我国长江流域中上游部分地区(包括四川、重庆、湖北、湖南、江西部分地区)在部分季节也符合热区的气象条件。

热带医学的起源除了地理因素外,有着深刻的社会历史背景。18~19世纪,西班牙、葡萄牙、英国、法国、荷兰等主要殖民主义国家大举进入非洲、南美洲、亚洲、澳洲等热带地区,掠夺

[基金项目] 全军后勤科研“十二五”计划项目(CWS11C138)

[通信作者] 艾国平,女,博士,教授,硕士生导师。担任全军军事病理学专业委员会副组长、中国体视学会生物医学分会委员、美国AACR会员、《第三军医大学学报》编委、重庆市科青联理事等职务。获国家自然科学基金、重庆市院士基金、重庆市回国人员基金等资助,2006年获教学明星和军队优秀专业技术人才岗位津贴,2007年获军队育才银奖,获国家发明专利2项,获重庆市自然科学二等奖1项和第三军医大学教学成果一等奖1项。发表论文30余篇,参与专著和教材编写10余部。电话:(023)68772158, E-mail: aigping@yahoo.com

自然资源、发起战争、宣传宗教,导致大量的军政人员、士兵、商人、宗教文化传播者等感染了当地的疾病,如疟疾、黄热病、鼠疫、血吸虫病、丝虫病、黑热病等。这极大地阻碍了他们的殖民进程,甚至导致入侵国家几乎遭到灭顶之灾。在采取了包括杀戮、隔离当地居民等多种方法都无济于事,他们不得不求助于随行医生。正是这些殖民者中的随行医生把他们的经验和研究总结成理论并形成科学——热带医学。因此,以服务于殖民主义活动的需要为出发点,热带医学应运而生,而且迅速发展壮大起来。

2 热带医学的发展简史

在19世纪末、20世纪初,热带医学受到各国的重视,出现了专门从事热带医学研究和教育的机构。在有“热带医学之父”之称的 Patrick Manson 的倡导下,1898年在英国建立第一个专门从事热带医学研究和教学的机构——利物浦热带医学院(Liverpool School of Tropical Medicine, LSTM)。随后又成立了伦敦热带医学与卫生学校(London School of Hygiene and Tropical Medicine, LSHTM)。这两所热带医学院对热带医学的发展可谓具有里程碑式的意义。在募集热带医学发展资金,培养热带医学人才,增进热带医学资源共享和示范性地带动了更多的热带医学研究机构建立等方面起了非常重要的作用。1903年美国成立的热带医学和卫生学会(The American Society of Tropical Medicine and Hygiene, ASTMH)在全球拥有很多会员,旨在推动全球热带医学的发展,为全球进行热带医学研究的学者提供一个公共交流平台,是现代热带医学的重要学会。从1991-2010年ASTMH资助全世界从事热带医学工作者参加每年举办的热带医学年会,推动了全球热带医学的巨大发展^[2]。随后德国、比利时、意大利、印度、泰国、阿富汗、巴基斯坦、塞尔维亚、荷兰、澳大利亚、中国台湾等地建立了专门从事热带医学的研究和教育机构。除此之外,有的大学还设置了热带医学系,如美国的杜兰大学、霍普金斯大学、英国牛津大学等都设有热带医学系或部;尤其值得一提的是泰国玛希隆大学的热带医学院,建成于1960年,是目前亚洲最大的热带医学研究中心和基地,设有11个系,1个热带病医院和多个国际合作研究中心,广泛开展热带医学科研、教学、医疗等工作,对推动东南亚地区热带医学的发展起到了积极作用^[3]。美军在泰国、印尼、埃及、肯尼亚、巴西、秘鲁6个热带地区建有海外热带病实验室,专门从事热带病的研究,对热带病的防治、预防起到了积极的推动作用。

我国热带医学最早可追溯到1866-1890年。Patrick Manson 随英国殖民者来到中国的台湾、厦门和香港等地,虽然当时热带医学还没成形,但 Patrick Manson 的研究可以看做是在中国最早的热带医学研究。1909年满洲鼠疫大流行,来自于伦敦热带医学与卫生学校的 Jackson 和新加坡归侨伍连德医师在控制鼠疫流行中做出了杰出的贡献,这是热带医学首次真正地服务于中国。1928年7月国民政府教育部在杭州西湖钱王祠成立了热带病研究所,这是我国早期重要的热带病研究机构,汤尔和担任所长;1935年成立了热带病学会;20世纪40~60年代初热带医学研究在我国学术界非常活跃,南有陈心陶教授,北有钟惠澜院士^[1]。中华人民共和国成立后,虽然在传染病、寄生虫病、地方病等的防治实践和理论研究上都取得了巨大的进展,但热带医学这个专科被取消了,新中国成立后培养的大

多数医务人员不知热带医学为何物^[1,4]。改革开放以来,由于热带医学在日益增多的对外交流、国际旅行及军事发展上的重要性,国家又重新开始重视热带医学的发展,近年来相继成立了多所热带医学研究所。1978年在北京成立了最早的、也是我国北方地区唯一的热带医学研究所,首任所长为钟惠澜院士,主要开展热带病,特别是寄生虫病的临床与科研工作;1989年成立广州中医药大学热带医学研究所,是国家中医药管理局“中医药防治热带病”重点研究室;1993年第一军医大学成立了热带医学研究所,是我军热带医学卫生勤务保障的支柱力量;2003年中山大学又成立热带病防治研究教育部重点实验室,主要进行热带病的诊断、发病机制、防治等教学和科研工作;2009年第二军医大学组建了热带医学研究所,主要由微生物、寄生虫和流行病学3个教研室合并而成,重点进行热带病的基础和应用研究;同年我校依托军事预防医学院也组建了热带医学研究所,成立了热带卫生学、热带生理学与病理学、热带病学教研室,凭借军事医学优势学科的力量,重点突出热带卫生学的研究,旨在为维护热环境条件下部队健康、提高军事作业能力提供强有力的卫勤保障。

3 热带医学研究的现状

3.1 关于热带病的研究

热带病广义上指存在于热带地区的各种疾病,一部分是与世界其他地区的疾病相同,另一部分是指热带地区特有的疾病;狭义上热带病主要是指发生在热带或亚热带地区的常见多发的感染性疾病,多指传染病、寄生虫病和虫媒病等,如疟疾、黑热病、锥虫病、丝虫病、血吸虫病、麻风病、登革热、结核、霍乱、鼠疫、伤寒以及艾滋病、SARS等,前8种疾病是世界卫生组织(WHO)公认的最重要和最常见的热带病。

这些疾病在人类发展史上曾带来过几乎毁灭性的灾难。随着生物技术和科学进步,尤其是诊断技术的提高、抗生素的应用和药学的不断发展、化学性杀虫剂和消毒剂的应用、疫苗的发现和使用,有效地控制了疾病的传播和发生,有的甚至已经消灭。但随着环境的变化和物种的变迁,一些病原菌发生变异,新型病原菌的出现导致热带病的爆发,如20世纪60年代印度曾宣布已完全消灭了疟疾,但由于出现了按蚊耐药,又导致疟疾卷土重来^[5];同时随着交通和旅游业的迅猛发展,各国交往甚密,包括劳务输出、维和、救援、联合演习等,传染源、媒介昆虫活动途迁范围扩大,全球任何地区发生的传染病皆有可能在其他地区发生和流行,使各种热带病的传播与扩散加快;此外一些新的人兽共患传染病,专业人员对其认识不够,人群对新发现的传染病普遍易感,无有效防治用药和措施,病死率高,对社会造成的影响巨大^[6]。如2003年在全球几十个国家流行的由变异冠状病毒引起的SARS,对公共卫生防御能力和新型热带病的防治能力提出了前所未有的挑战^[7]。

就世界范围而言,每年死于热带病的人数比所有其他各种疾病死亡人数的总和还要多得多。治疗癌症只能为人类平均寿命延长2~3年,而消灭热带病,可使全球人类寿命延长20多年。全球热带地区约有80%的青壮年患有各种不同的寄生虫病;全世界血吸虫病患者约有3亿人;丝虫病患者约有2.5亿人,河盲症(盘尾丝虫病)患者5千万人;疟疾患者每年新增病例(3~5)亿人,死亡人数每年近100万;非洲和南美洲受锥

虫病危害者约有1亿人^[8-10];据GBD(The Global Burden of Disease)调查表明,在2002年全世界有17.7万人死于锥虫病、血吸虫病、利什曼病、丝虫病、肠道线虫感染病、日本脑炎、登革热和麻风病^[11-12];WHO^[13-14]在2009年提供的数据显示每年在热带和亚热带地区有10亿人受被忽视热带疾病影响(neglected tropical diseases, NTD),每年有上百万人因NTD致伤、致残;尤其值得关注的是在患有NTD疾病的同时还合并其他疾病的感染,如合并HIV、结核等的感染,对疾病的预防、诊断、治疗都带来了更大的困难^[15]。因此,WHO呼吁各国重视对被忽视热带疾病的研究。在WHO的倡导下,1975年由联合国开发计划署、世界银行和WHO联合成立的热带病培训研究特别规划署(Special Programme For Research and Training in Tropical Diseases, TDR),总部设在日内瓦,WHO为其执行机构组织,旨在组织全世界热带医学工作者进行热带医学研究和热带病知识培训并提供相应研究经费^[16]。随着社会进步,人类步入信息化时代,新的科学技术层出不穷,热带病研究涉及的范畴将更广,研究内容涵盖面更宽,研究技术新老结合,资助力度更大,全球合作研究是新趋势。

3.2 关于热带卫生学的研究

热带卫生学是指将卫生学原理与技术和方法应用于热带医学,达到预防疾病、促进健康、提高生命质量的目的。主要研究热区环境对作业能力的影响和疾病的卫生防疫,旨在探讨个人卫生与卫生宣教、流行病学与传染病防治、致病因素与环境热应激的相关性及发生、发展规律等,涉及流行病学、营养学、环境卫生学、社区卫生学、妇幼卫生学、心理学和管理学等多门学科的交叉^[1]。

外军十分重视热带卫生学的研究。如美军^[17-20]从20世纪60年代开始对热应激、机体热损伤等问题开展了系统研究;非常重视新武器装备(如舰船、飞机等)军事作业环境,对人员热应激、健康状况及作业能力的评价;建立了完善的热伤亡报告体系,能有效监控部队热损伤及热伤亡的发生情况;形成了热应激指导标准、热伤亡管理处置标准、评价热应激的生理压力指标、热习服指导手册、中暑相关军医手册、热气候伤员及损伤诊治流程指南等一批实用性成果;由美海军医学研发部为执行“沙漠风暴”行动的战士提出了水盐代谢推荐量、中暑预防指南等,为作战部队适应沙漠干热环境,完成作战任务提供了有效的卫勤保障。

自20世纪70年代,我军以原第一军医大学军队卫生学和军队流行病学教研室为班底,逐步建立和完善了热带医学学科体系,并于1993年在原第一军医大学成立了热带医学研究所。随后,成立了热带军队卫生学系,成为了我军热带医学卫生勤务保障的支柱力量,先后承担了一大批国家和军队相关课题,其余军医大学的部分卫生学教研室、军事医学科学院4所、部分军区疾控中心以及空军航空医学研究所也开展了部分热带卫生学的工作。2003年由于全军编制体制的调整,原第一军医大学转制为一所地方医科院校,该系的研究方向转向了非军事医学研究领域,其余军医大学、军事医学科学院、部分军区疾控中心以及空军航空医学研究所对热区重点作战方向和重要作战样式有关的军事医学课题尚未系统化,热区生存卫生保障和伤员救治的卫生装备亟待加强。我军热区军事医学的创新性研究、相关基础研究和高新技术平台建设严重滞后,无足够力

量跟踪高新技术,如信息工程技术和生物芯片技术等,而相应外军在高技术的应用和研究方面有较大的突破。

目前国际形势风云突变,国际战略格局发生重大变化。我国我军的防御任务势必从“近海”防御走向“深蓝海洋”防御。在热区执行特种军事任务和热区作战或非战争军事行动的可能性大增,如联合军事演习、军舰互访、维和行动、国际救援、境外反恐、护航、缉私、打击跨国犯罪集团等。随着我军新时期战略重点的南移,将涉及大批人员常驻和快速入驻热带地区,在高温、高湿、强紫外线环境下参加高强度、远海岛礁或渡海作战以及岛屿防御等任务;同时由于新武器、新型军事装备的涌现以及新的作战模式,人工热环境数量倍增,特定的微小气候环境如防化服、密闭舱室,后者包括海军舰艇、潜艇、坦克、战斗机、装甲车、电子侦察、雷达车和电磁干扰车辆等密闭舱室环境也是常见高温作业环境,部队在热区生活、训练或作战将面对一系列卫生学问题亟待解决。我军热带卫生学的研究状况见文献^[21]报道。

4 热带医学研究的展望

4.1 新技术、新方法在热带医学研究中的应用将更为广泛

随着分子生物学、细胞生物学、基因技术的飞速发展,后基因组学、比较基因组学和蛋白质组学的研究以及生物信息学将成为热带医学研究的重要手段,研制先进检测设备如生物芯片、生物传感器,药物开发等将有广阔的市场和应用前景。

在战场疾病监测方面,卫星遥感技术(RS)、全球定位系统、医学地理信息系统(GIS)等先进手段将用于热区传染病的监测和预测预报研究;开发便携式掌上型基因芯片,可进行战场生物战剂和传染病的快速侦检;纳米生物传感器芯片,也将用于常规临床生化反应和代谢产物的检测;感染性疾病的基因工程疫苗的研究将全面走向开发应用,多抗原、多时期的联合疫苗将用于热带病的预防和诊治中,新技术、新方法和传统的技术结合将推动热带医学进一步的发展。

4.2 新发和再发热带病防控面临新的挑战

随着交通和旅游业的迅猛发展,各国交往甚密,每年都有数千万人出入热带病存在的地区,扩大了将热带病传播到其他地区的危险性。此外,社会、经济、地理、气候等因素的变换使人类的疾病谱发生了较大的改变,新的热带病,如莱姆病、艾滋病、疯牛病、口蹄疫、SARS、埃博拉出血热、出血性大肠杆菌O157感染等,对公共卫生防御能力和对新型热带病的防治能力提出了前所未有的挑战,各级政府和卫生部门应提前制定相应的热带病预防、诊治应急预案。

在热带病的监测方面,要充分利用先进的监测技术和空间流行病学、地理信息学等方法,建立健全热带病监测评估体系;在热带病病原学诊治方面,应建立病原生物学、虫媒生物学等基因库,分析各种生物体基因生命图谱,及时发现新发和再发的热带病病原体 and 传播媒介;在热带病免疫工作方面,开发研制多抗原、多时期的联合疫苗和传播阻断性疫苗,是热带病免疫工作的重点;在药物研究方面,开发新型药物和对一些药物耐药机制的研究,已成为了一个新的热点,如青蒿素以前被认为是无耐药的抗疟药,目前则有越来越多的耐药病例出现,对

青蒿素耐药机制的研究和开发新型的抗疟药物也是热带病防治的重点;在热带病诊断方面,开发操作简便、特异性和敏感性高的快速诊断试剂盒,也是未来的趋势;在媒介防治方面,生物杀虫剂除了杀虫效果以外,对生物安全性和杀虫剂对媒介种群的选择压力及传播病原体的能力方面,也将展开广泛的研究。

4.3 热带卫生学更加重视从基础研究转向应用性研究

在热区执行任务,最大的问题就是面临热的问题,如美军侵越期间热损伤的日发生率为5.4%,是造成美军作战效能降低的一个主要原因;据英军估计,来自寒区未经热适应锻炼的部队即参战,中暑减员率至少将有50%;我国南方驻军进行军事训练时易发生热损伤、中暑,严重者可危及生命,有的部队中暑年发病率高达3.7%^[22],在海湾战争、伊拉克战争中美军将最新的研究成果用于实战,有效地保障了部队的战斗力。如美军的自动化热损伤风险评估系统^[23],能利用标准的国际通信、水星网络和埃格兰自动化气象数据,采集气温、湿度、风速、日辐射等数据,每小时进行更新,及时评估操练和战时人员热损伤风险,避免了由于热损伤而导致的非战斗性减员;加拿大也非常重视热区应用性研究,如开发的个人冷却系统、单兵降温系统,能较为有效缓解热应力;而我军在热习服、热损伤机制和中暑预警系统、单兵防护器材等方面缺乏相应的研究,一方面需要建立完善的热伤亡报告体系,能有效监控部队热损伤及热伤亡的发生情况;另一方面需要寻找热习服形成的生物标志物,筛选耐热基因和热损伤关键分子靶点,而且,还需要开拓新思路,积极探索单兵防暑降温装备、新型饮料和药物的研究,以保障热区作战部队的需求。

4.4 热带医学技术储备和人才储备亟待加强

为应对突发性公共卫生事件,需要加强热带医学的技术和人才储备。热带医学是集基础医学、临床医学和预防医学为一体的综合学科,属于全科医学的范畴,由于我国历史的原因,目前热带医学还没有列入国家学科目录里,热带医学的人才队伍主要来自微生物学、寄生虫学、传染病学和公共卫生与预防等专业,人才队伍存在严重滑坡的现象。我校已向国家教育部申请自主设置热带医学二级学科进行研究生培养,旨在培养从事热带医学工作的医学高级专门人才,为打赢一场现代化的高科技局部战争做好战斗卫勤准备。

热带医学涵盖的内容多,涉及的面广,不仅有热带病的内容,还包括热损伤机制与防护、热环境作业能力提高、卫生勤务装备研发等卫生学问题。21世纪,国际形势风云突变,面临自然资源不断开发、资源短缺、气候变暖、自然灾害频发、全球一体化、物种变异和新型物种的出现,发展和危机并存,热带医学的研究任重而道远,热带医学的研究重要性也将更加突出显著。

参考文献:

[1] 贺联印,许焯燦. 热带医学[M]. 北京:人民卫生出版社,2004:3-30.
[2] Le-Duc J W, Deacetis J. Review and assessment of the American Society of Tropical Medicine and Hygiene travel awards program, 1991-2010[J]. Am J Trop Med Hyg, 2011, 85(3): 409-413.
[3] 宝福凯,泰国玛希隆大学热带医学考察报告[J]. 热带医学杂志, 2011, 11(4): 476-478.
[4] 谷俊朝,刘建. 热带医学的起源及变迁[J]. 热带医学杂志, 2009, 9(10): 1093-1094,1107.

[5] Akhtar R, Dutt A K, Wadhwa V. Malaria in South Asia[M]. New York: Springer, 2004: 1-10.
[6] van-den-Berg H, Hii J, Soares A, et al. Status of pesticide management in the practice of vector control: a global survey in countries at risk of malaria or other major vector-borne diseases[J]. Malar J, 2011, 10: 125.
[7] de-Zwart O, Veldhuijzen I K, Elam G, et al. Perceived threat, risk perception, and efficacy beliefs related to SARS and other (emerging) infectious diseases: results of an international survey[J]. Int J Behav Med, 2009, 16(1): 30-40.
[8] Koroma J B, Bangura M M, Hodges M H, et al. Lymphatic filariasis mapping by immunochromatographic test cards and baseline microfilaria survey prior to mass drug administration in Sierra Leone[J]. Parasit Vectors, 2012, 5: 10.
[9] Ogotu B R, Baiden R, Diallo D, et al. Sustainable development of a GCP-compliant clinical trials platform in Africa: the malaria clinical trials alliance perspective[J]. Malar J, 2010, 9: 103.
[10] Murray C J, Rosenfeld L C, Lim S S, et al. Global malaria mortality between 1980 and 2010: a systematic analysis[J]. Lancet, 2012, 379: 413-431.
[11] Mathers C D, Ezzati M, Lopez A D. Measuring the burden of neglected tropical diseases: the global burden of disease framework[J]. PLoS Negl Trop Dis, 2007, 1(2): e114.
[12] Simarro P P, Cecchi G, Paone M, et al. The Atlas of human African trypanosomiasis: a contribution to global mapping of neglected tropical diseases[J]. Int J Health Geogr, 2010, 9: 57.
[13] Zhang Y, MacArthur C, Mubila L, et al. Control of neglected tropical diseases needs a long-term commitment[J]. BMC Med, 2010, 8: 67.
[14] Cuadros D F, Crowley P H, Augustine B, et al. Effect of variable transmission rate on the dynamics of HIV in sub-Saharan Africa[J]. BMC Infect Dis, 2011, 11: 216.
[15] Denman B, Goodman S R. Emerging and neglected tropical diseases: translational application of proteomics[J]. Exp Biol Med (Maywood), 2011, 236(8): 972-976.
[16] WHO. Neglected tropical diseases: hidden successes, emerging opportunities[R/OL]. Geneva: WHO, 2009. [2012-01-30]. <http://www.who.int/tdr/en/>.
[17] Leesburg Pike. Falls Church, VA. Heat Injury Prevention Department of the Army[R]. Office of the Surgeon General(DASG-PPM). 2007, 5109: 1-4.
[18] Blanchard L, Santee W. Comparison of USARIEM heat strain decision aid to mobile decision aid and standard army guidelines for warm weather training[R]. USARIEM technical report T08-07, 2008: 1-40.
[19] Sawkw M N, Wenger C B, Montain S J, et al. Heat stress control and heat casualty management[R]. Technical Bulletin Medica 1507 Air Force Pamphlet, 2003: 48-152(1): 1-62.
[20] O'Connor F G, Williams A D, Blivin S, et al. Guidelines for return to duty (play) after heat illness: A military perspective[J]. J Sport Rehabil, 2007, 16(3): 227-237.
[21] 戚中田. 二十一世纪热带军事医学[J]. 第二军医大学学报, 2010, 31(6): 581-584.
[22] 任兆生,薛利豪,石立勇,等. 战斗机飞行员座舱内地面准备时的热应激[J]. 工业卫生与职业病, 2008, 34(1): 40-42.
[23] Matthew W T, Santee W R, Hoyt R W, et al. Automated Thermal Injury Risk Assessment in the Dismounted Infantry Battlespace[M]. Natick: U. S. Army Research Institute of Environment Medicine, 1997: 1-10.

(收稿:2012-01-31;修回:2012-02-13)

(编辑 王红)