

• 综述 •

护理人员职业性肌肉骨骼疾患现状及评估方法概述

张曦, 李涛, 贾宁, 王忠旭

(中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所, 北京 100050)

摘要: 对国内外护理人员职业性肌肉骨骼疾患 (WMSDs) 发病现状以及主要评估方法进行总结分析。护理人员 WMSDs 发病情况较为严重, 但国内研究多采用流行病学横断面调查, 极少应用国际上推荐的工效学负荷和工作环境评估量表, 建议将这些方法广泛应用于预防我国护理人员 WMSDs 的研究中。

关键词: 护理人员; 职业性肌肉骨骼疾患 (WMSDs); 评估方法

中图分类号: R68 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2020)04-0316-04 DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2020.04.009

Overview of work-related musculoskeletal disease of nursing staff and its evaluation method

ZHANG Xi, LI Tao, JIA Ning, WANG Zhong-xu

(National Institute of Occupational Health and Poison Control, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China)

Abstract: The current status of nursing staff's work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) at home and abroad, and the main evaluation methods were analyzed and summarized in this paper. It was showed that the prevalence of work-related musculoskeletal disease among nursing staff is relatively serious both at home or abroad, needed to be paid attention to. However, domestic studies mostly use epidemiological cross-sectional surveys and rarely use the internationally recommended ergonomic load and work environment assessment scale. This article will introduce the main evaluation methods, thereby widely use in the study of nurses in near future, so as to better prevent work-related musculoskeletal disorders.

Key words: nursing staff; work-related musculoskeletal disorders (WMSDs); evaluation methods

世界卫生组织 (WHO) 将职业性肌肉骨骼疾患 (WMSDs) 定义为由职业活动 (重复性动作、不良姿势、力学负荷等) 所导致或加重的肌肉、肌腱、骨骼、软骨、韧带和神经等运动系统的健康问题, 包括从轻微、短暂损伤到不可逆、能力丧失性伤害所有形式的健康-疾病状态, 以下背痛、颈肩痛和腕管综合征最为常见^[1]。WMSDs 是长期工作慢性累积过程中形成的退行性改变, 是世界第二大致残原因^[2], 早在 1960 年国际劳工组织 (ILO) 就将其列入职业病名单, 是西方工业化社会的重要公共卫生问题之一。WMSDs 几乎发生在各行各业, 目前国内针对护理人员 WMSDs 的评估方法报道不一, 为更好地掌握我国护理行业 WMSDs 不良工效学负荷评估以及工作场所环境风险评估方法并提出具体的防护建议, 为卫生管理部门、卫生保健人员、护理人员提供切实可行的综合风险评估办法与防护原则, 现将国内外护理人员 WMSDs 的发病现状及主要评估方法进行简要概述。

1 国内外护理人员 WMSDs 患病现状

据 2014 年美国劳工统计局 (BLS) 资料显示, 在医疗、建筑、农业、渔业、制造、运输等行业中, 护理人员以及社会救助人员的 WMSDs 发生率位居第二位, 仅次于运输及仓库

管理人员^[3]。2009 年新西兰一项针对护理、邮政和办公室工作人员的调查显示, 护理行业 WMSDs 患病率最高 (91.00%)^[4]。2018 年希腊一项调查显示, 护理人员 WMSDs 患病率高达 98.00%^[5]。杨帅等^[6]研究综述中提到护士肌肉骨骼疾患 (MSDs) 的年患病率 56.0%~92.0%; 童海鸥等^[7]研究显示, 某三级医院护理人员 MSDs 年患病率为 76.30%; 王亚南等^[8]调查新疆三级甲等医院护理人员 WMSDs 患病率为 87.90%。

护理人员 WMSDs 患病率远高于普通人群^[9,10], 这可能是由于临床护理工作中的职业因素易致累积性 MSDs, 但初期症状不明显, 易被护理人员和管理者忽视^[6]。有研究显示^[11], 护士是腰背痛高危人群, 职业女性中护士和护工患腰背痛的危险性是其他职业的 2.5 倍。中国未来 10~15 年内可能出现第 3 次职业病高发期, 护理人员、职业经理人和教师已经成为职业压力最大的三大人群^[12]。护理行业 WMSDs 的严重程度、涉及部位、危险因素以及工效学负荷情况亟待研究关注。

2 护理人员 WMSDs 相关影响因素

护理人员发生 WMSDs 与许多因素相关, 其中职业因素主要包括搬运和护理患者^[13]、不良姿势作业、频繁重复工作等, 如频繁弯腰、注射、整理床铺, 帮助患者上下床、翻身、叩背排痰及其他基础护理等; 个体因素主要包括年龄、身高、文化程度等; 社会心理因素包括工作紧张、工作满意度、医患关系等; 组织管理因素包括轮班制度、护患比例、倒班缺乏睡眠等^[14]; 工作环境因素包括搬动空间、工作条件、护理

基金项目: 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所职业健康风险评估与国家职业卫生标准制定项目 (编号: 131031109000150003)

作者简介: 张曦 (1993—), 女, 硕士研究生, 主要从事职业卫生 (人类工效学研究) 研究。
通信作者: 王忠旭, 研究员, E-mail: wangzhongxu2003@163.com

设施、强迫体位等; 培训及个人防护是预防 WMSDs 的保护因素。截至 2018 年底我国注册护士人数已超过 400 万, 但由于患者就医率的提高和人口老龄化进程的加快, 护理人员数量的增多并未满足工作量增加的需求, 反而加剧了护理人员 WMSDs 的发生。

文献数据表明^[15], 护理残疾 (由于疾病状态暂时或长期卧床) 患者更易发生 WMSDs, 尤其是腰部疾患。这可能与人工处理存在生物力学过载而产生腰椎负荷有关。过度负荷可能会导致肌肉组织耐受超过极限, 身体局部出现急性或慢性退行性病变^[16, 17]。研究表明, 约 2/3 的护理人员下背痛与工作有关, 特别是手工搬运患者操作, 椎间盘的负荷远远超过容忍限度 (男性 400 kg、女性 275 kg), 大致相当于 1981 年美国 NIOSH 制定的“行动限值”^[18]。不同患者类型护理人员所承受的腰椎压缩力不同, 例如将 1 名 75 kg 的患者从坐姿扶至站立护理人员腰椎间盘承受的最大负荷为 641 kg, 将患者躯干由仰卧位提升至坐位 (反之亦然) 承受负荷 180 ~ 540 kg^[19-21]。流行病学研究显示, 与其他接触物理风险的工作人员相比, 从事病患护理活动的工作人员更易发生腰背损伤^[22]。对人工搬运患者时脊椎所承受的压缩力和切向或剪切力的分析表明, 搬起非合作或完全依赖 (残疾或疾病状态) 的患者所产生的压缩力接近或超过耐受限度, 即使搬运可部分配合的患者也会产生超过 NIOSH 定义的极限压力。也有学者认为近年来很多研究都过多关注护理人员下背痛, 忽视其他部位 WMSDs, 护理人员颈部和肩/臂部损伤与帮助患者翻身、改变体位均有很大的关系^[23]。

3 WMSDs 主要评估方法

3.1 中文版肌肉骨骼疾患问卷 该问卷是基于杨磊等^[24]编制、整合、修订的《北欧肌肉骨骼疾患问卷》(NMQ) 与《荷兰肌肉骨骼疾患问卷》(DMQ), 经中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所修订形成的电子版问卷, 已在不同行业进行了信效度检验^[25, 26], 具有简单、易行、快速、比较适合横断面现况调查等优点。

问卷由一般情况、肌肉骨骼症状和工作情况三部分组成。一般情况包括姓名、性别、身高、体重、工龄等基本人口学信息; 肌肉骨骼症状包括近 7 d 和 1 年内身体各部位 WMSDs 发生和疼痛程度等情况 (明确各部位的位置且均有身体部位示意图参考); 工作情况包括工作类型、工作时间和休息及工作时背部、颈部、手部、下肢姿势等情况。

3.2 快速接触检查表 (quick exposure check, QEC) 1999 年由英国 Surrey 大学 Rohen 工效学中心首次建立的工效学负荷快速评估方法, 并于 2005 年再次修订与完善^[27]。该检查表由观察者评价和作业人员自评价两部分内容组成, 共 15 个条目, 约 15 min 即可完成现场评估, 易于掌握并可客观评估被调查者的工效学负荷, 用于比较不同工种之间工效学负荷大小, 并可根据负荷大小划分风险等级, 易于管理人员施策。该检查表包括对身体背、肩/臂、手/腕和颈四个部位作业姿势的观察和手工搬运重量、工作任务所花费时间、工作难易

程度、心理因素等方面的作业人员自身评价, 在我国已经具有良好的信效度, 并且应用于汽车制造^[28]、风电^[29]等行业, QEC 是国际公认且较为成熟的工效学负荷接触评估方法。

3.3 病房手工搬运患者接触评估方法 (assessment of exposure to manual patient handling in hospital wards, MAPO) 由意大利人类工效学姿势和运动研究所 (ergonomics of posture and movement, EPM) 于 1995 年开发研制^[15], 1997 年进行完善, 并于 1999 年首次应用于意大利医院^[30]。为确认研究结果的可靠性, 2001—2002 年研究者对意大利的 191 间病房进行评估。MAPO 指数可以作为一种风险指数, 并模拟交通信号灯的、黄、绿三种颜色, 划分风险等级, 评估病房中护理人员手工搬运患者的风险水平, 作为制定有效预防措施的参考依据, 以减少针对残疾 (或由于疾病状态暂时或长期卧床) 患者的护理人员罹患 WMSDs 风险。MAPO 评估方法属于半定量评估, 具有简单、快速、实用等特点, 主要对护理人员作业环境、培训以及辅助设施等影响 WMSDs 发生的因素进行评估。

MAPO 评估表包括护理人员数量和患者数量 (完全残疾/卧床、部分残疾/需要搀扶) 及搬运类型、轮椅、提举设备、辅助设施、环境和培训情况六部分内容。轮椅情况包括数量是否充足、维护、破损、扶手等信息; 提举设备情况包括是否存在手动/电动设备及数量、能否正常使用等信息; 辅助设施情况包括数量是否充足、滑板、转移盘等设施; 环境情况包括浴室 (空间、有无淋浴、门宽、门开向等)、厕所 (空间、高度以及有无侧把手等)、病房 (病床间距、病床是否有轮、扶手等); 培训情况是否适宜或充分等。对这些内容进行单项评分后, 运用公式计算 MAPO 指数, 确定风险等级 (红、黄、绿灯)。

3.4 工作姿势分析系统 (ovako working posture analysis system, OWAS) 由芬兰 Ovako Oy 钢铁公司于 1973 年提出^[31], 对各种姿势及负荷状态进行编码, 此评估亦属于观察法, 主要观察背部、手臂部、腿部姿势以及负荷和用力情况, 评估方法易于掌握, 观察 5~10 min 即可完成并根据实际评估情况, 判断风险等级, 制定相应干预措施。该评估系统在我国服装加工^[32]、农业^[33]、物流手工搬运^[34]、选煤工人^[35]等行业或人群中均有良好应用。此表优点在于简便、易于调查者掌握, 考虑了所有的身体部分, 适用于几乎所有工作要求的分析, 可用于所有医疗保健部门。该方法属于较为主观的评判, 实施过程中易出现调查偏倚, 应在调查前制定规范的培训细则。

主要评估内容包含背部姿势、手臂高度、腿部姿势、负荷或用力 4 部分内容, 背部姿势包括直立、弯曲、扭曲和弯曲加扭曲 4 种情况; 手臂部高度包括双臂低于肩、单臂处于肩或以上、双臂处于肩或以上 3 种情况; 腿部姿势包括坐位、双腿直立、单腿直立、双腿蹲坐、单腿蹲坐、单双膝跪坐、走动 7 种情况; 用力或负荷包括 <10 kg、10~20 kg、>20 kg 3 种情况。

3.5 快速全身评估 (rapid entire body assessment, REBA) 旨在评估医疗保健和其他服务行业中发现不良工作姿势类型

而开发,由3位人类工效学专家对144种作业姿势的组合进行编码,考虑伴随风险和动作等级,结合负荷、联结及活动分数,计算总分值(1~15分)^[36]。该评估方法具有全面、快速、适用性广的优点。与OWAS评估方法类似,适用于医疗行业以及卫生保健部门。

REBA量表主要包含躯干、颈部、腿部、上臂、下臂、手部、手提重物、手部接触等八部分内容,与OWAS量表内容相似,但较之更加全面,增加了颈部、手部姿势情况。

3.6 患者人工搬运评估 (patient handling assessment, PHA)

2002年首次被应用于巴西某医院的重症医学科和心脏外科,具有较好的信效度^[37]。此评估表依据患者身体以及工作环境等情况进行风险等级判定,共有8个条目,分值8~24分,划分三个风险等级。该评估表具有快速、简便等特点,虽然在ISO/TR12296—2012技术报告中有所推荐^[21],但仅有两个病区的应用,如在国内应用还需进一步探索。

PHA量表包含患者身高、体重、意识状态、身体连接设备情况、特殊风险(有无高度可调的病床以及带有车锁的轮椅等)、转运情况、床上移动和行走情况(是否需要护理人员协助)等八部分内容,与MAPO量表在患者及环境类型上有相似情况,但不尽相同。

目前,国内研究多采用横断面描述性方法,缺乏针对护理作业特征的工效学负荷评估研究,上述列举的QEC、OWAS、REBA方法均为国际推荐在医疗行业中评估WMSDs的工具^[21],希望这些方法能够在预防我国护理人员WMSDs研究中得到广泛应用。

参考文献

[1] World Health Organization (WHO). Protecting workers' health series No. 5 preventing musculoskeletal disorders in the workplace, 2003 [EB/OL]. https://www.who.int/occupational_health/publications/musdisorders/en/index1.html.

[2] Storheim K, Zwart J. Musculoskeletal disorders and the Global Burden of Disease study [J]. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 2014, 73 (6): 949-950.

[3] Bureau of Labor Statistics (BLS). Nonfatal occupational injuries and illnesses requiring days away from work, 2015 [EB/OL]. <http://www.bls.gov/news.release/pdf/osh2.pdf>.

[4] Harcombe H, McBride D, Derrett S, et al. Prevalence and impact of musculoskeletal disorders in New Zealand nurses, postal workers and office workers [J]. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 2009, 33 (5): 437-441.

[5] Passali C, Maniopolou D, Apostolakis I, et al. Work-related musculoskeletal disorders among Greek hospital nursing professionals: A cross-sectional observational study [J]. *Work*, 2018, 61 (3): 489-498.

[6] 杨帅, 曾佳琪, 王丽倩, 等. 护士职业性肌肉骨骼损伤的研究进展 [J]. *中国护理管理*, 2018, 18 (4): 516-520.

[7] 童海鸥, 王洪萍. 三级甲等医院护理人员职业性肌肉骨骼疾病的流行特征研究 [J]. *中国基层医药*, 2017, 24 (5): 659-663.

[8] 王亚南, 颜萍, 黄阿美, 等. 三级甲等医院护理人员职业性肌肉骨骼疾病损伤及其防护知识、态度、行为现状 [J]. *护理研究*,

2017, 31 (3): 294-298.

[9] 莫文娟, 张平. 护士肌肉骨骼损伤职业影响因素的调查分析 [J]. *护理学杂志*, 2009, 24 (19): 54-57.

[10] Hou JY, Stfiao JS. Risk factors for musculoskeletal discomfort in nurses [J]. *Journal of Nursing Research*, 2006, 14 (3): 228.

[11] 李民, 董军, 陈珍, 等. 护士职业性腰背痛的研究进展 [J]. *现代临床护理*, 2013, 12 (2): 76-79.

[12] 王翠梅, 贾艳焕. 重视减压教育维护护士身心健康 [J]. *护理研究*, 2005, 19 (12): 2799-2800.

[13] Weiner C, Alperovitch-Najenson D, Ribak J, et al. Prevention of nurses' work-related musculoskeletal disorders resulting from repositioning patients in bed [J]. *Workplace Health & Safety*, 2015, 63 (5): 226-232.

[14] Buxton OM, Hopcia K, Sembajwe G, et al. Relationship of sleep deficiency to perceived pain and functional limitations in hospital patient care workers [J]. *J Occup Environ Med*, 2012, 54 (7): 851-858.

[15] Menoni O, Battevi N, Cairoli S. Patient handling in the healthcare sector: A guide for risk management with Mapo methodology (movement and assistance of hospital patients) [M]. Boca Raton: CRC Press, 2014: 11.

[16] Marras WS. The working back: A systems view [M]. Chichester: John Wiley & Sons, 2008: 20.

[17] Seidler A, Bergmann A, Jäger M, et al. Cumulative occupational lumbar load and lumbar disc disease—results of a German multicenter case control study (EPILIFT) [J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2009, 10 (1): 48.

[18] US Department of Health and Human Services. Work practices guide for manual lifting [R]. Washington D. C, DHHS (NIOSH), 1981: 81-122.

[19] Imada AS. The rationale and tools of participatory ergonomics [M]. Participatory Ergonomics. London: Taylor & Francis, 1991: 30-51.

[20] Jang R, Karwowski W, Quesada PM, et al. Biomechanical evaluation of nursing tasks in a hospital setting [J]. *Ergonomics*, 2007, 50 (11): 1835-1855.

[21] ISO/TR12296—2012, Ergonomics: Manual Handling of People in the Healthcare Sector [S].

[22] Atlas SJ, Wasiak R, Melissa VDA, et al. Primary care involvement and outcomes of care in patients with a workers' compensation claim for back pain [J]. *Spine*, 2004, 29 (9): 1041-1048.

[23] Davis KG, Kotowski SE. Prevalence of musculoskeletal disorders for nurses in hospitals, long-term care facilities, and home health care: A comprehensive review [J]. *Human Factors*, 2015, 57 (5): 754-792.

[24] 杨磊, Hildebrandt VH, 余善法, 等. 肌肉骨骼疾患调查表介绍附调查表 [J]. *工业卫生与职业病*, 2009, 35 (1): 25-31.

[25] 贾宁, 陈西峰, 郑成彬, 等. 某船舶制造厂工人工作相关肌肉骨骼疾患的发生情况及危险因素 [J]. *环境与职业医学*, 2018, 35 (5): 377-383.

[26] 曹扬, 王菁菁, 张蔚, 等. 《肌肉骨骼损伤情况调查问卷》应用于搬运作业人群的信效度评价 [J]. *中国工业医学杂志*, 2017, 30 (2): 87-93.

[27] 袁志伟, 唐仕川, 王生, 等. 工效学负荷评价方法研究进展 [J]. *环境与职业医学*, 2015, 32 (9): 887-891.

- [28] 李玉珍, 李珏, 李刚, 等. 汽车装配作业工人肌肉骨骼损伤与工效学负荷水平的相关性 [J]. 环境与职业医学, 2015, 32 (5): 393-398.
- [29] 陈涛, 曲颖, 张丹, 等. 快速接触评估方法在评价供电企业运检人员工效学负荷中的应用 [J]. 中国工业医学杂志, 2018, 31 (6): 411-414.
- [30] Battevi N, Consonni D, Menoni O, *et al.* L' applicazione dell' indice sintetico di esposizione nella movimentazione manuale pazienti: Prime esperienze di validazione [J]. La Medicina del Lavoro, 1999, 90 (2): 256-275.
- [31] Karhu O, Kansil P, Kuorinka I. Correcting working postures in industry: A practical method for analysis [J]. Applied Ergonomics, 1977, 8 (4): 199-201.
- [32] 曹咏, 薛剑豪. 基于 OWAS 的羊毛衫整理烫作业工人 MSDs 分析 [J]. 价值工程, 2018, 37 (26): 209-210.
- [33] 颜晓媛. 模特法及 OWAS 姿势分析法在农业中的应用 [J]. 南方农机, 2016, 47 (6): 42-43.
- [34] 马晶俊, 黄河. 基于 OWAS 和 RULA 法对电商物流自提点手工作业的风险分析 [J]. 人类工效学, 2018, 24 (3): 49-56.
- [35] 孙瑜, 孙林辉, 袁晓芳, 等. 基于 OWAS 方法的选煤厂工人肌肉骨骼损伤分析 [J]. 工业工程, 2015, 18 (6): 32-36.
- [36] 徐立云, 刘琨, 陈贻平, 等. 考虑作业人员疲劳度均衡的第一类装配线平衡 [J]. 同济大学学报 (自然科学版), 2019, 47 (2): 241-247, 290.
- [37] Radovanovic C. Validation of an instrument for patient handling assessment [J]. Applied Ergonomics, 2004, 35 (4): 321-328.

(收稿日期: 2020-05-22)

职业性三氯乙烯药疹样皮炎的治疗策略

刘志远, 张家祥, 朱启星

(安徽医科大学, 安徽 合肥 230032)

摘要: 三氯乙烯 (trichloroethylene, TCE) 职业暴露可导致严重的药疹样皮炎, 常合并发热、皮损、肝肾损伤、浅表淋巴结肿大等临床表现。目前, 职业性三氯乙烯药疹样皮炎 (occupational medicamentosa-like dermatitis due to TCE, OMLDT) 临床治疗多以单一的糖皮质激素为主, 长期使用易出现各种并发症而导致病情恶化, 增加死亡风险。本综述旨在探讨 OMLDT 可行的治疗方式, 为改进治疗方法、提高患者生存率提供新的思路。

关键词: 三氯乙烯 (TCE); 药疹样皮炎; 治疗

中图分类号: R135.7 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2020)-04-0319-04 DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2020.04.010

Treatment strategy for occupational dermatitis medicamentosa-like of trichloroethylene

LIU Zhi-yuan, ZHANG Jia-xiang, ZHU Qi-xing

(Anhui Medical University, Hefei 230032, China)

Abstract: Occupational exposure to trichloroethylene may induce severe medicamentosa-like dermatitis, which is often associated with a series of clinical manifestations such as fever, skin lesions, liver and kidney injury, and superficial lymphadenopathy, etc. At present, most of the clinical treatment for this disease is single glucocorticoid therapy, but long-term hormone therapy will be easy to induce various complications and even lead to deterioration of the disease, thereby increase the risk of death. The purpose of this review is to discuss several feasible treatment strategies for occupational dermatitis medicamentosa-like of trichloroethylene, thereby provide some new ideas for the clinical treatment of the disease and improve patient survival.

Key words: trichloroethylene (TCE); medicamentosa-like dermatitis; treatment

三氯乙烯 (trichloroethylene, TCE) 是工业生产中常用的化工产品, 工人职业性暴露于 TCE 后出现的类似于药疹样皮炎的全身变应性疾病被称为职业性三氯乙烯药疹样皮炎 (occupational medicamentosa-like dermatitis due to TCE, OMLDT)。因发病迅速, 病情恶化严重, 病死率高达 50%, 成为广东省最严重的职业病之一^[1]。OMLDT 临床表现以皮损、发热、肝肾损害及浅表淋巴结肿大为主, 主要有以下几个方面: (1) 皮肤损害, TCE 暴露部位首先出现皮疹, 皮肤呈猩红色样改

变并逐渐遍布全身; 部分患者黏膜充血、水肿或溃疡, 出现水疱、大疱, 破溃结痂后伴有表皮脱落^[2]。(2) 脏器损害, 以肝肾损害最多见, 表现为肝脾肿大、黄疸、低蛋白血症和尿蛋白等, 肝损伤的加重是病情恶化甚至死亡的重要原因之一^[3]。(3) 其他损害, 包括眼部、心脏及神经等方面的损害, 主要表现为结膜炎、角膜炎及天门冬氨酸氨基转移酶 (AST)、乳酸脱氢酶 (LDH)、血清 α -羟丁酸脱氢酶 (α -HBDH)、肌酸激酶 (CK) 及其同工酶的升高^[4]。目前 OMLDT 的临床治疗多为单一大剂量的糖皮质激素 (glucocorticoids, GC) 免疫抑制治疗, 但部分患者用药后病情仍无法控制, 或出现多种并发症。本综述探讨治疗 OMLDT 的几种可行策略, 进一步探寻 OMLDT 的最佳治疗方案, 以期提高救治成功率。

基金项目: 安徽省自然科学基金 (2008085QH385); 安徽医科大学早期接触科研训练计划 (2019-ZQKY-50)

作者简介: 刘志远 (1994-), 男, 本科学历。

通信作者: 张家祥, 讲师, E-mail: zhangjiaxiang@ahmu.edu.cn