DOI:10.16016/j.1000-5404.201512046

中国援利埃博拉治疗中心的医院感染管理与实践

张 波[1],刘 丁[2],陈 炜[3],张竹君[1],唐 棠[3],游建平[1],宋彩萍[3],吴 昊[1] (中国人民解放军首批援利医疗队;400038 重庆,第三军医大学西南医院[1];400042 重庆,第三军医大学大坪医院野战外科研究所[2];400037 重庆,第三军医大学新桥医院[3])

[摘要] 埃博拉病毒(Ebola virus, EBOV)主要通过直接接触患者或感染动物的血液、体液,或被其体液污染的环境、物品表面而传播,参与埃博拉患者救治的医务人员存在较大的医院内交叉感染风险。因此,采取适当的医院感染防控措施对有效预防医院感染十分重要。现结合作者在利比里亚中国政府援建的埃博拉治疗中心(Ebola treatment center,ETC)从事医院感染防控工作的实践,介绍了中国援利 ETC 的医院感染防控策略,涉及 ETC 的建筑布局、隔离防护、清洁消毒和医疗废物处置等方面,并在中国援利 ETC 成功执行 6 个月,实现了医务人员"零感染"的目标。同时,总结了在强化隔离防护、手卫生管理、监控呼叫系统应用、感染防控督查等方面的实践经验,提出了 ETC 的建筑结构、消毒剂及其浓度选择等医院感染防控实践中遇到的实际问题和改进观点,为制定和完善 ETC 的医院感染防控方案提供参考。

[关键词] 埃博拉病毒;埃博拉病毒病;医院感染;预防控制
[中图法分类号] R183;R197.323 [文献标志码] A

Management and practice of nosocomial infection for China Ebola treatment center in Liberia

Zhang Bo[1], Liu Ding[2], Chen Wei[3], Zhang Zhujun[1], Tang Tang[3], You Jianping[1], Song Caiping[3], Wu Hao[1] (Medical Contingent of the PLA to Liberia; [1]Southwest Hospital, Third Military Medical University, Chongqing, 400038; [2]Institute of Surgery Research, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing, 400042; [3]Xinqiao Hospital, Third Military Medical University, Chongqing, 400037, China)

[**Abstract**] Ebola virus (EBOV) is spread through direct contact with blood or body fluids of an infected person or with environment or objects that have been contaminated with the virus. The infection risk is the highest for all healthcare workers caring for Ebola patients. Therefore, it is very important to effectively prevent or reduce nosocomial infection, and appropriate strategies for prevention and control are carried out in Ebola treatment center (ETC). Based on author's working practice, a set of strategies for EBOV prevention and control, including ETC building layout, isolation and protective measures, cleaning and disinfection processes, usage of surveillance camera and hospital call systems and medical waste handling method, was established and ran successfully for 6 months in China ETC, which resulted in the achievement of zero infectious rate. Moreover, we summed up our experiences of the strengthened protection measures, hand hygiene management and infection control supervision, and brought forward our improved points of views on the building structure and selection of the disinfectant and it's concentrations in China ETC. We hope that our strategies, experiences and views would be helpful for the establishment and optimization of project or guideline for hospital infection prevention and control of Ebola virus disease (EVD).

[**Key words**] Ebola virus; Ebola virus disease; nosocomial infection; prevention and control

Supported by the National Emergency Management Foundation for Ebola virus (71540020). Corresponding author: Wu Hao, E-mail: ewuhao@163.com

[基金项目] 国家埃博拉应急管理基金(71540020)
[通信作者] 吴 昊,E-mail: ewuhao@163.com
[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20160201.1434.036.html(2016-02-01)

埃博拉病毒病(Ebola Virus Disease,EVD)是埃博拉病毒(Ebola virus, EBOV)感染引起的一种感染性强、病程进展快、病死率高的烈性传染性疾病[1]。2014年3月以来,埃博拉疫情在几内亚爆发,随后疫情快速蔓延至邻近的塞拉利昂、利比里亚等西非国家,并在美国、西班牙、英国、意大利等出现少量输入性病例。根据WHO公布的统计数据,截止2015年12月30日,累计报告病例数28 601例,其中确诊病例15 215例、疑似病例10 767例、可能病例2 619例,累计死亡11 300例[2]。此次埃博拉疫情流行范围广、持续时间长、感染病例多、死亡率高,超过了以往任何一次疫情,已经成为当时严重威胁全球的紧急公共卫生问题,引起了国际社会的高度关注。中国政府应利比里亚政府的请求,在利比里亚首都蒙罗维亚援建了1所100张床位的埃博拉治疗中心(Ebola treatment center,ETC)。现有证据表明:EBOV主要通过直接接触病人或感染动物的血液、体液、分泌物和排泄物,或被其体液污染的环境物品或表面传播,亦不能排除飞沫传播。目前,EVD尚无有效疫苗可以预防,但通过采取适当的预防控制措施,能够有效预防被感染[3]。因此,ETC的医院感染防控工作对保护患者安全和医务人员职业安全具有重要意义。中国ETC从2014年11月25日运营至2015年5月17日,先后3批医疗队圆满完成了为期6个月的埃博拉救治任务,实现了医务人员"零感染"的目标。现将中国ETC的医院感染管理策略和实践体会总结如下。

1 医院感染管理策略

1.1 ETC的建筑结构

中国援利ETC由解放军总后勤部建筑工程规划设计研究院在参考传染病专家、医院感染控制专家意见的基础上,按照国内传染病医院建筑标准设计,病房主体呈"E"字形结构,门诊和清洗消毒区为附属用房(图1),房屋采用钢结构板房建筑。"E"型的横排建筑分别为留观病区、治疗1区、治疗2区;竖向建筑为更衣区和医护办公区。更衣区包括穿衣间1、穿衣间2、脱衣间1、脱衣间2,每个病区通过内走廊与穿衣间2连接,病房分布在内走廊的两侧,病房外侧分别设置有U形外走廊,与脱衣间1连通。整个ETC分为红区(最严重污染区)和绿区(最少污染区)两部分。红区包括留观病区、治疗1区、治疗2区、门诊、清洗消毒区、太平间、垃圾焚烧站、出院处等。绿区包括医护人员办公室、治疗室、消毒物品发放区、工作人员休息区、探视区、医疗物资仓库等。红区与绿区通过建筑物或铁丝网进行物理隔断,分区清楚。ETC的建筑布局符合我国《传染病医院建筑设计规范》[4],与WHO和美军援建的帐篷ETC有差异,主要体现在更衣区、病房的设置方式不同。美军帐篷ETC穿脱个人防护装备(personal protection equipment,PPE)在同一区域,病房为开放式帐篷。中国ETC的病房为独立的2或3人间,穿、脱PPE在不同的房间完成,更加强化PPE的穿脱管理和患者的隔离防护。



1:门诊区(接诊、探视);2:"E"型病房主体区(留观、治疗1区、治疗2区);3:洗消区(清洗消毒间、垃圾焚烧站、太平间);4:辅助用房(仓库、值班室、医务人员保健室);5:出院处

图1 中国ETC建筑效果示意图

1.2 个人防护用品的选择及穿脱流程管理

1.2.1 个人防护用品选择 医用PPE是供个人预防医院交叉感染的系列防护装备,对保护医院工作人员(医护、保洁、护工等人员)职业安全具有十分重要的作用。中国ETC选用的PPE包括:一次性分体式手术衣、N95口罩、护目镜、连肩帽、医用防护服、高腰雨靴、丁腈手套(绿色)、一次性外科手术帽、防水隔离衣、防水靴套、一次性防护面屏、乳胶手套(乳白色)。从事医疗垃圾收集与焚烧、尸体处理与搬运、复用物品清洁与消毒等室外环境或特殊工作的人员用防水化学防护服(橘黄色)取代医用防护服,乳胶手套外加戴长袖橡胶手套(第三层手套)。其中一次性分体式手术衣、连肩帽、防水靴套等物品为自行设计,在国内定制加工。

1.2.2 PPE穿脱单元(更衣间)的设置 中国ETC每个独立医疗功能区分别设置有PPE穿脱单元。每个PPE穿脱单元包括:穿衣间1、穿衣间2、脱衣间1、脱衣间2共四个独立的房间,穿衣间1、脱衣间2与穿衣间2、脱衣间1之间设置一条过道作为缓冲区。穿衣间2通过常闭门与病房内走廊相通;外走廊通过常闭门与脱衣间1相通。并在脱衣间1进入缓冲区的门口设置有含氯消毒液泡靴池。泡靴池安装有5 000 mg/L的含氯消毒液供水龙头,池底有污水排放管道,开关设计在绿区,方便污水排放操作。脱衣间2通过单向门分别与男、女淋浴间相通。形成人流、物流的单向流动方

向:淋浴间→穿衣间1→缓冲过道→穿衣间2→内走廊(病房)→外走廊→脱衣间1→缓冲过道→脱衣间2→淋浴间。

1.2.3 PPE穿脱流程 PPE的穿戴和摘脱流程与WHO推荐的流程不完全相同[5]。首先,在男女淋浴间更换个人衣物,脱去手表、项链等个人物品,换上一次性分体式手术衣和洁净拖鞋;其余穿、脱流程按照文献[6]介绍的程序进行。

1.3 消毒液的配制及供应管理

WHO的《埃博拉医院感染防控指南》推荐使用含氯消毒液作为医院环境或病房物表及医疗复用品的消毒剂[7]。中国ETC主要使用有效氯含量5 000 mg/L和500 mg/L的含氯消毒液。5 000 mg/L的含氯消毒液主要用于PPE的喷洒、物表擦拭消毒、拖拭地面、冲洗病房厕所、戴手套后的洗手、雨靴浸泡、复用医疗物品浸泡消毒、尸体喷洒消毒、红区环境喷洒消毒等。500 mg/L的含氯消毒液主要用于绿区如ETC出入口无手套时的手卫生、鞋底喷洒消毒和患者出院洗澡等。由于两种含氯消毒液用量较大,使用时临时配制无法满足临床工作需求。因此,两种含氯消毒液均采取集中配制,实时供应方式。①消毒液集中配制:2个容量3吨的储水罐交替用于500 mg/L的含氯消毒液配制,另2个容量3吨的储水罐交替用于5 000 mg/L的含氯消毒液配制(图2)。500 mg/L的含氯消毒液用有效氯含量500 mg/片的泡腾消毒片(有效成分为三氯异氰尿酸)配制;5 000 mg/L的含氯消毒液用有效氯含量65%~70%的含氯消毒粉(calcium hypochlorite,有效成分为次氯酸钙)配制。按比例配制完成的含氯消毒液通过水泵加压实现病区医疗功能单元不同浓度消毒液的实时不间断供应,消毒液的有效期为24 h。消毒液的集中配制和实时供应既保证了临床功能单元对消毒用水的即时需求,而且便于消毒液浓度的有效控制和质量监测,更好地确保了消毒效果。

1.4 病房的清洁与消毒管理

病房的清洁与消毒工作对预防和控制医院内交叉感染具有重要作用。①日常清洁消毒:病房可见成形垃圾用长钳捡拾;病房厕所用5 000 mg/L含氯消毒液冲洗;地表或物表上的呕吐物、排泄物等可见污物先用含高效消毒剂的消毒干纸巾(主要成分为过硼酸钠/过碳酸盐和四乙酰乙二胺组合,遇水后产生过氧乙酸和过氧化氢)覆盖,作用30 min后,用长钳涂擦捡拾,物表或地表随后用5 000 mg/L含氯消毒液进行擦拭或拖拭消毒;病房及内外走廊、厕所的物表和地表每日用5 000 mg/L含氯消毒液进行擦拭或拖拭消毒,上、下午各1次。②终末消毒:当患者转科、出院或死亡后,病房及患者床单位必须进行终末消毒。终末消毒程序为:第一步:收集患者使用过的床单、枕头、毛巾被以及其他生活用品,一律按医疗垃圾处理,床垫外层包装膜(启用时,塑料包装膜保留完整)用5 000 mg/L的含氯消毒液喷洒消毒。第二步:关闭门窗,开启紫外灯,照射1 h,对病房空气和物表进行消毒。第三步:对床单位物表(含床垫)用5 000 mg/L的含氯消毒液擦拭,同时用5 000 mg/L的含氯消毒液冲洗厕所便池,拖拭病房和厕所地面,关闭门窗,作用1 h后,开窗通风备用。



图2 配制、储存消毒液的水罐(A)及泵站(B)

1.5 医疗废物管理

使用后的PPE中除防水雨靴是复用物品外,其余均为一次性使用。患者入院时严禁携带个人物品,包括手机、钱包等。患者产生的生活垃圾一律按医疗废物处理,尖锐的医疗废物置锐器盒中。所有医疗垃圾均用双层加厚型黄色垃圾袋包装,封口包扎后暂存于外走廊指定的医疗垃圾暂存点,每日上、下午统一收集。收集前用5 000 mg/L的含氯消毒液对垃圾袋外层进行喷洒消毒,置垃圾转运车运送至垃圾焚烧站。复用的防水雨靴用双层黄色垃圾袋包扎,转运至洗消区进行清洗、消毒。

1.5.1 医疗垃圾的焚烧处理 医疗垃圾采用专用焚烧炉进行集中焚烧处理。焚烧炉由炉体(含主、副燃烧室和控制系统,图3)、柴油箱(容积为1 500 L)和垃圾输送装置组成。焚烧前需对焚烧炉进行预加温,当炉膛内温度升至600 ℃左右时,打开炉门,通过传送

装置每次放入0.3~0.5 m^3的垃圾,每炉焚烧时间为10~15 min。焚烧后的灰烬等残留物挖坑深埋处理。垃圾焚烧工作人员的防护要求与红区工作的医务人员相同,进行炉门开关操作的人员须加戴防火手套和防火围裙。垃圾焚烧完毕后,垃圾传送装置及焚烧炉周围地面、防火手套和围裙外层用5 000 mg/L的含氯消毒液进行喷洒消毒。炉体在次日冷却后,预热前用5 000 mg/L的含氯消毒液喷洒消毒焚烧炉外层炉体。



图3 医用垃圾焚烧炉及医疗废物的焚烧处理

1.5.2 防水雨靴的清洗消毒 清洗消毒人员的个人防护中,除用化学防护服取代医学防护服,还需加戴长袖加厚型橡胶手套(第三层手套),其它同临床工作人员PPE。雨靴外部的泥沙等可见污物先用5 000 mg/L的含氯消毒液刷洗,然后转移至盛有5 000 mg/L含氯消毒液的消毒池中浸泡1 h,注意雨靴全部浸泡在消毒液面以下。消毒后的雨靴转移至漂洗间,用洁净清水漂洗2~3次,沥干后通过专用通道转运至绿区。绿区工作人员将雨靴倒扣于晾晒区的木桩上,晾晒3~4 h,分码放置,存储备用。

1.5.3 尸体管理 患者死亡后,先用5 000 mg/L含氯消毒液对患者尸体进行喷洒消毒,料理尸体并用5 000 mg/L含氯消毒液浸湿的床单覆盖。尸体搬运人员的PPE基本与临床工作人员相同,用一次性防水围裙取代手术隔离衣,外层加戴长袖厚型橡胶手套。尸体搬运小组一般由6人组成,2人一前一后负责用5 000 mg/L含氯消毒液对进出道路、尸袋放置地面、尸体的喷洒消毒以及搬动尸体后的手卫生,4人负责将尸体装运至ETC的太平间。最后通知利比里亚政府组织的安葬队对尸体进行安全处理。

2 医院感染防控的实践体会

2.1 个人防护用品的选择与穿脱流程是医院感染防控的基础

中国ETC选择的PPE总共包括12或13件(尸体搬运、清洗消毒等特殊岗位)防护用品,与WHO推荐使用的PPE相比,不仅数量多,而且PPE的类型也不完全一样。比如连肩帽、靴套等是根据防护需求,自行设计定制的。连肩帽采用系带封口设计,很好地解决了头颈和面部皮肤暴露的问题。另外,在PPE的穿脱流程上也与WHO推荐的程序存在差异,主要体现在护目镜的穿戴上,WHO推荐程序是把护目镜戴在防护服外,中国ETC是把护目镜戴在连肩帽外,护目镜能压住连肩帽边缘,完全包裹面部皮肤,保证在摘脱医用防护服时,人体面部仍处于保护之中。同时,中国ETC进入红区的所用人员一律按统一标准穿戴PPE,没有考虑工作的风险程度差异,可能有人会认为防护过度。但考虑到埃博拉病毒的接触传播特性和严重危害性,适当的过度防护是必要的。在6个月的临床工作实践中,中国ETC实现了所有工作人员"零感染"的目标,充分证明上述PPE及其穿戴流程是可靠和有效的。

2.2 手卫生管理是医院感染防控的关键

手卫生是医院感染防控,特别是接触传播的感染性疾病预防最经济、最简单、最有效的措施。美国、西班牙等国发生的医务人员感染埃博拉病毒的原因分析结果显示,手是埃博拉医院感染的重要媒介。因此,中国ETC强调了医务人员手卫生的重要性,特别是在PPE脱摘流程中的手卫生。PPE脱摘流程中,每进行一个脱除动作前,都必须用5 000 mg/L的含氯消毒液或酒精速干手消液进行手卫生,手卫生次数多达7次,远远多于美国CDC推荐的2次[8]。严格、多次的手卫生保证了手部的清洁,即使有失误,也不至于造成感染,有效地降低了医院感染风险。

2.3 病房视频监控和呼叫系统是医院感染防控的新手段

EVD患者通常采取隔离治疗模式,医护人员进入ETC虽进行了严格的个人防护,但理论上每进出1次隔离病房,就增加了医务人员被感染的风险。国外其他ETC每天仅在固定时间、频次进入ETC隔离区进行查房,不仅患者的临床资料靠医护人员记忆,回到"绿区"后再补充文字记录,无法完全保证患者临床资料的准确性,而且在查房间隔时间内,患者及其病情处于管理"盲区"。中国ETC在病房、病房外走廊、更衣区安装了视频监控和呼叫系统,视频和呼叫终端设置在"绿区"的医护办公室。医护人员查房或治疗时的患者临床资料可以直接通过呼叫系统传递到医护办公室,由专人记录,保证了资料的准确性。另外,患者始终处于实时被监控状态,医护人员可以通过呼叫系统与患者进行及时沟通和交流,便于医护人员随时观察病情变化。病房视频监控和呼叫系统的使用,大大减

少了医护人员进出隔离病区的频次,从而降低了医护人员医院感染的风险,是一种医院感染防控新手段,值得借鉴。

2.4 医院感染督查是防控医院感染的有效手段

现有证据表明,EBOV 主要通过直接接触患者血液、分泌物等体液传播,对医务人员危害较大,特别是 PPE 穿脱流程的任何细小环节出现失误,都可能带来不可挽回的损失。因此,在中国 ETC 的医院感染实际防控工作中,专门成立了由医院感染控制专业人员为主的感染防控督查组,采用视频监控对 PPE 的摘脱环节进行实时督查,发现问题,通过实时对讲系统及时进行现场纠正,规范了 PPE 的摘脱流程,有效杜绝了摘脱失误的发生。与美国 CDC 推荐的人员现场督查相比[8],视频监控节约人力,降低了监控人员的感染风险,是一种值得推广的医院感染管理措施。

3 未来医院感染防控的建议

3.1 消毒剂种类及其浓度的选择

在西非各国,ETC 及实验室均使用高浓度的含氯消毒液进行物表、物品消毒和手卫生等,被证明是可靠的消毒方法。WHO 推荐使用的浓度为有效氯含量 5 000 mg/L,远高于常规使用浓度。在临床工作中发现,高浓度的含氯消毒液不稳定,易挥发,导致局部工作环境氯浓度短时间内剧增,对人体眼、鼻和呼吸系统产生损害,出现咳嗽、流涕、流泪、哮喘等一系列刺激症状[9]。尽管有效氯含量 5 000 mg/L 的高浓度含氯消毒液的消毒灭菌效果好,但是否可以降低含氯消毒液的使用浓度或选择过氧化氢等其他高效消毒剂,由于缺乏相关的循证医学证据,还需要进一步探讨。现有证据表明 EBOV 对脂溶剂敏感[3, 10]。因此,我们在 PPE 的摘脱流程中,大量使用了酒精速干手消液(酒精含量 72% ~80%,过氧化氢 0.12% ~0.14%)进行手卫生,实践证明其消毒效果可靠。速干手消液使用方便,刺激性小,对工作环境影响小,接受度高,值得推广。

3.2 更衣区建筑结构应充分保证空气流通

中国 ETC 为板房建筑,特别是脱衣间较为密闭,泡靴池内高浓度含氯消毒液和 PPE 摘脱前的喷洒消毒,挥发出的大量二氧化氯和氯气不易扩散,导致局部空气中含氯刺激物浓度较高,对工作人员健康造成一定影响。因此,ETC 的更衣区建筑设计应充分保证空气流动,必要时可安装大功率的机械通风装置,减少因使用高浓度含氯消毒液所带来的不利影响。

3.3 含氯消毒液集中供应系统避免使用金属部件

有效氯含量 5 000 mg/L 的高浓度含氯消毒液对铁等金属具有较强的腐蚀性,铁制的水泵、水龙头、马桶冲水阀等易被腐蚀,出现漏水、关闭不严等现象。尤其在“红区”的供水装置,如果一旦出现问题,水电维修人员需穿戴全套 PPE 进入,给维修带来较大困难。因此,为了减少消毒液加压供应故障,建议在消毒液加压供应系统建设时,尽量选用耐氧化、耐腐蚀材料制作的加压水泵、水龙头、冲水阀等供水部件。

参考文献:

[1] WHO Ebola Response Team. Ebola virus disease in West Africa—the first 9 months of the epidemic and forward projections[J]. N Engl J Med, 2014, 371(16): 1481 - 1495. DOI: 10.1056/NEJMoa1411100

[2] WHO. Ebola situation reports[EB/OL]. [2016-01-01]. http://apps.who.int/ebola/current-situation/ebola-situation-report-30-december-2015

[3] 饶贤才. 埃博拉病毒病之病原学[J]. 第三军医大学学报, 2015, 37(4):282 - 286. DOI:10.16016/j.1000-5404.201501182

[4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 传染病医院建筑设计规范: GB50849-2014[S]. 北京: 中国计划出版社, 2015.

[5] WHO. Personal protective equipment in the context of Filovirus disease outbreak response[EB/OL]. [2016-01-01]. http://who.int/csr/resources/publications/ebola/ppe-guideline/en/

[6] 游建平, 张波, 刘蕾, 等. 增加埃博拉病毒病隔离病房个人防护装备的必要性探讨[J]. 第三军医大学学报, 2015, 37(4): 300 - 303. DOI: 10.16016/j.1000-5404.201501124

[7] WHO. Infection prevention and control guidance for care of patients in health-care settings, with focus on Ebola[EB/OL]. [2016-01-01]. http://who.int/csr/resources/publications/ebola/filovirus_infection_control/en/

[8] US CDC. Guidance on personal protective equipment to be used by healthcare workers during management of patients with Ebola virus disease in U.S. hospitals, including procedures for putting on (Donning) and removing (Doffing)[EB/OL]. (2014-10-20)[2016-01-01]. http://www.cdc.gov/vhf/ebola/healthcare-us/ppe/guidance.html

[9] 毛青, 杨智清, 陈盛, 等. 从埃博拉出血热到埃博拉病毒病:更新认识、科学救治[J]. 第三军医大学学报, 2015, 37(4): 277 - 281. DOI: 10.16016/j.1000-5404.201501145

[10] 黄庆, 张宏雁, 毛青, 等. 埃博拉病毒病实验室检测方案的规划与实践[J]. 第三军医大学学报, 2015, 37(4): 295 - 299. DOI:10.16016/j.1000-5404.201501146

(收稿:2015-12-08;修回:2016-01-12)

(编辑 王 红)