

DOI:10.3969/j.issn.1671-9638.2015.07.019

· 综述 ·

国内外医用手术衣的使用现状、发展趋势及技术标准

Research status, development trends and technology standards of domestic and foreign surgical gowns

邓敏(DENG Min)¹, 张萃逸(ZHANG Cui-yi)², 姚敏(YAO Min)²

(1 华中科技大学同济医学院附属协和医院, 湖北 武汉 430022; 2 上海麦郎医疗器材贸易有限公司, 上海 200070)

(1 Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, China; 2 Medline Industries, Inc (Shanghai) Ltd., Shanghai 200070, China)

[关键词] 手术衣; 现状; 发展趋势; 隔离; 技术标准

[中图分类号] R197.323 [文献标识码] A [文章编号] 1671-9638(2015)07-0499-06

手术衣作为手术过程中必要的防护服装,用于降低医务人员接触病原微生物的风险,同时也能降低病原微生物在医务人员与患者之间相互传播的风险,是手术操作中无菌区域的安全屏障^[1]。近年来,随着医学界对血源性传播疾病研究的不断深入,手术过程中医务人员及患者采取的防护措施也越发受到关注。国内外多项研究^[1-6]充分论证了手术过程中存在人类免疫缺陷病毒(HIV)、乙型肝炎病毒(HBV)、丙型肝炎病毒(HCV)等血源性传播疾病病原体的感染风险,以上病毒均可通过破损的皮肤或黏膜接触传播。

手术衣在手术过程中起双向防护作用。首先,手术衣在患者与医务人员之间建立一道屏障,手术过程中降低医务人员接触患者血液或其他体液等潜在感染源的概率;其次,手术衣可以阻断定植/黏附在医务人员皮肤或衣服表面的各种细菌传播给手术患者,有效避免多重耐药菌如耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)、耐万古霉素肠球菌(VRE)等的交叉感染。因此,手术衣的屏障功能被视为手术过程中降低感染风险的关键^[7]。随着人类科技的进步及医学防护的需要,手术衣经历了漫长的发展过程。本文将从手术衣的材料更新及相关法规、技术标准要求着手,分析研究手术衣的使用现状、发展趋势,预测未来中国手术衣市场的前景。

1 手术衣材料发展历程

1.1 手术衣的初始应用 早在中世纪,手术过程无任何防护措施,医生均是在无麻醉、无消毒的情况下对患者进行手术操作,加之医生医学知识的匮乏,80%的患者在术中或术后死亡。之后手术医生和科学家们逐渐意识到创口保护和消毒对术后感染的预防及伤口的恢复有重要的意义^[7]。19世纪末,英国医生 Joseph Lister^[8]提出了用石碳酸对手术器械及手术室敷料进行消毒,其 1867 年发表的《手术室微生物感染及伤口杀菌消毒理论》奠定了灭菌术的基本原则,同时他也鼓励医生穿着消毒后的衣物进行手术操作,以防止病原菌侵袭,但此时并未开始使用手术衣。对手术衣的需求是随着人类历史上几场特大传染病的传播流行而发展起来的^[9]。1918 年在西班牙发生的大范围流感,外科医生开始使用纱布、口罩等敷料来保护患者。20 世纪 40 年代,随着灭菌及感染控制理念的不断深入,手术衣和手术单得以应用。最初的手术衣采用疏松结构、易渗透的纺织布材料,无法根本解决病原菌渗透的问题。另外,手术衣为全白色,容易和手术室的灯光及其他白大褂产生混淆,导致外科医生视觉疲劳,且当时认为白衣上的血渍颜色会影响手术医生的心情。

[收稿日期] 2015-04-02

[作者简介] 邓敏(1952-),女(汉族),湖北省武汉市人,主任医师、教授,主要从事医院感染管理及感染性疾病研究。

[通信作者] 邓敏 E-mail:1138109087@qq.com

1.2 手术衣防护性的升级转型 1952 年 William 等^[10]提出,棉布材料手术衣虽然在干燥状态下能阻隔一定量的微生物,但在粘血或潮湿状态下,病原菌会通过液体渗透手术衣,手术衣也因此完全失去防护性。他提议要开发多层织物作为手术衣的材料,为手术医生和患者提供多重防护,但仍未从根本上摆脱棉布易脱絮,以及微生物通过潮湿布料逐层渗透的问题。另一方面,20 世纪 50 年代随着无纺布产业的发展,非织造布料的一次性手术衣凭借其优良的干态和湿态防护性,以及材料强度,从问世便迅速占据了一部分的市场^[10]。20 世纪 80 年代,获得性免疫缺乏综合症(AIDS)被人们认识,其具有强烈传染性的病毒(HIV)在全球肆虐横行,工作在前线的特殊人群保护问题愈来愈受到社会的关注。据文献^[11]报道,在美国接触过 HIV 血液的医务人员,其中 4.2% 血清 HIV 抗体呈阳性。由此可见,对医务人员采取严格的防护措施,已成为迫切的公共卫生问题。手术操作中发现,环境颗粒物的增多将增加术后并发症的概率,延长患者住院时间、增加治疗费用,甚至威胁到患者的生命^[12]。环境颗粒物主要来源于手术衣的棉絮或脱线,以及空调通风设备中传递的灰尘,这些颗粒物成为病原菌的载体,一旦落入创面,易造成过敏、感染等^[13]。因此,20 世纪 90 年代,欧美国家对手术衣和手术单要求采用强度更高的材料。

经过几十年的发展,一次性手术衣以其较高防护性和材料强度,开始占据美国手术衣市场;21 世纪初期,美国手术衣市场中一次性手术衣的使用比率 > 70%, 欧洲也达到近 30%。但近年来,欧美国家开始意识到相较于可循环使用的手术衣,一次性手术衣对环境产生了一定的负担。据统计^[14],医疗废物占美国所有城市垃圾废弃物的 2%, 而一次性手术衣及手术单占到所有城市垃圾废弃物的 0.04%。大量的废物和高昂的使用成本,使得美国医院重新考虑使用更为经济、防护效果达到一次性手术衣效果甚至更优的可重复使用的手术衣。

1.3 可重复使用手术衣的材料更新 可重复使用的新型高防护手术衣的材料主要分两种类型:第一种是单层高密度机织物^[15],如 1988 年美国 Standard Textile 公司开发的 Compel 织物,其具有良好的防水抗油性。1991 年和 1992 年欧洲 Ashley

Woodcock 公司和美国 Burlington 公司相继开发采用聚氨酯进行涂层整理,使织物具有拒液、抗菌的性能。1993 年美国 Dover 公司通过在一层织物基布上涂载一层防水膜,使织物达到防水效果。1994 年英国 Klopman 公司将涤棉混纺纱进行抗皱防液处理,使织物具有防血液、耐洗涤的特性。总的来说,该类织物主要是在高密度机织物上加载防水涂层,但在高温高压、消毒剂等医疗洗涤环境下,通常消毒灭菌 20~30 次之后,涂层便渐渐剥离,从而导致防水性不断衰减,而一旦失去防水特性,手术衣将彻底失去防护效果。另一方面,手术过程中可能突然发生液体溅射,即使刚完成加载防水涂层的单层织物也无法抵挡液体的渗透,因为其耐水压性能无法达到复合材料的程度。因此,根据美国手术室拟定的防护等级要求,单层高密度织物通常只能适用于少量出血量或液体量的手术操作中。第二种高防护材料是多层复合织物。如 1991 年美国专利 5002070 报道的产品,采用上下两层涤棉织物,其中表层采用防水处理。但与单层织物相同,一旦表面防水层涂脱落,防护性将消失^[16]。美国戈尔(Gore)公司开发了医疗用膜,将其夹在两层防水涤纶材料中,即使表层材料失去防水性,中间的医用膜本身孔径小,足以防水阻菌。越来越多欧美公司开始开发新型复合膜用于制作、生产手术衣,其膜材料包括 PE、PU、TPU、PTFE 等。复合膜材料结构(见图 1)内外层为一般织物或添加具有防水、抗静电、防脱絮起球等功能的织物,中间层以医用膜贴合,可有效阻隔血液、细菌甚至病毒的穿透,同时医务人员皮肤产生的水蒸气也可透过医用薄膜,保证穿着的生理舒适性。以 PTFE 膜为例,每平方英寸的薄膜(即 3 层贴合材料的中间层)上有 90 亿个直径 0.5 μm 左右的微孔(见图 2),1 滴水的直径比它大 2 万倍,所以水滴不能透过薄膜,但同时每个细孔又比水蒸气分子直径大 700 倍,所以人体汗液蒸发的水蒸气可以很好地透过该薄膜。该种手术衣表面的纺织材料可以选择涤纶材料,在强度和韧性以及可洗涤次数和使用寿命上均高于棉质手术衣,如果按正确的洗涤方法,通常可以重复使用 100 次以上。另外,也有其他文献^[17-18]显示,其他高分子膜材料也可通过长链端的吸湿基团将汗水转移到外侧,从而达到穿着舒适的效果。

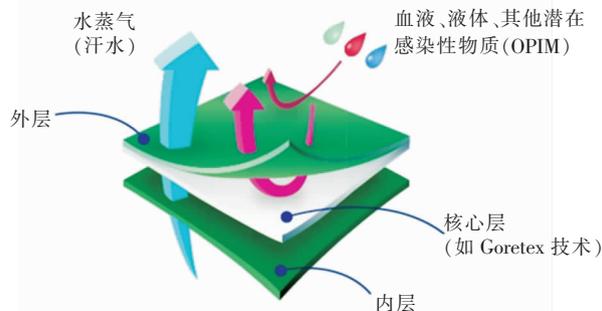
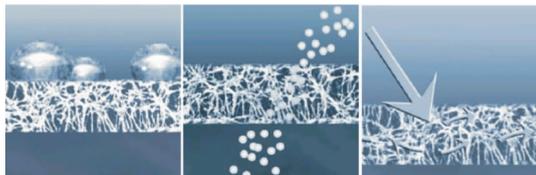


图 1 复合面料的功能示意图



注:水滴无法透过 PTFE 膜,但水蒸气可透过

图 2 电子显微镜下观察 Goretex 中间膜

1.4 我国手术衣的发展 欧美公司手术衣的材料经过几十年发展,复合材料已普遍运用于手术衣的开发和生产中。而在中国,除了部分有特殊需求的手术外,大部分手术中仍使用全棉材质的手术衣。全棉材质为短纤维,使用及洗涤过程中易断裂脱絮,若洗涤过程操作不当或含氯制剂使用过量均会对全棉手术衣造成较大的破坏。如医院通常使用漂白剂(常为含氯制剂)去除手术衣沾染的血迹或污渍的同时对棉质材料造成伤害。漂白剂在水中未完全溶解时,导致洗涤物品局部区域浓度过高,再加上使用的其他强酸强碱洗涤剂,极易使全棉手术衣局部区域发生溶蚀、破损,因此国内各大三甲医院的手术衣一般可使用次数为 30~40 次,有些甚至更低。部分医院为降低使用成本,对破损的衣物进行缝补再使用,进一步降低了手术衣的防护性。一些手术衣供应商为提高其耐洗程度,采用涤棉材质生产手术衣,也无法从根本上解决液体吸收渗透及脱絮的问题。

国内医生认识到手术衣防护性重要的事件是 2003 年重症急性呼吸综合征(SARS)的大规模流行。SARS 暴发流行期间,总后勤部军需装备研究所和相关公司一同开发设计了 SARS 防护服^[19],利用 Crosstech 材料(即 3 层织物贴合,中间一层为医用膜的结构)制成防水透气抗菌服装,防止病毒透过织物。该手术衣与欧美市场上的多层复合织物手术衣为同类产品。另一方面,国内专家也开始认识到普通棉织品由于短纤结构,易脱屑,强度较低,将大

大增加环境颗粒物数量及感染的风险^[20]。自此,国内针对手术室织物也制定了相关标准,与欧洲标准接近,对手术衣微生物穿透性和脱絮程度有了严格的要求。普通棉质织物生产的手术衣根本无法达到现行的国标,但由于医院采购的技术审核标准较低,使得传统的无任何防护性能的棉质手术衣依旧是市场的主流。

近年,对高防护性能的手术衣需求不断提高,表现在以下几个方面:(1)自 2003 年 SARS 之后,手术衣标准参照欧洲标准 EN13795,并提出了更多要求,由此制订了国标 YY/T 0506,对手术衣的防护性、防渗透性、洁净度、舒适性等各项指标均给出了细化的测试方法和数值。(2)复合面料已兼具透气、防水、高强度等优点,国外复合织物手术衣市场发展已相当成熟,在国内市场引进并推广该类手术衣将提高医院手术室的感染控制等级,并降低医院综合使用成本。(3)越来越多的医院建设向国际化标准看齐。如目前 JCI 是国际医疗卫生机构认证联合委员会(Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organization,简称 JCAHO)用于对美国以外的医疗机构进行认证的附属机构,取得 JCI 认证须经过来自该委员会的严格审核,审核指标中感控工作是必不可少的重点考察内容。目前,国内已有近 30 所医院申请并通过了 JCI 认证,其中根据手术室洁净度及感控要求,在部分出血量大或感染病患者手术过程中采用了防护等级较高的一次性手术衣或复合面料手术衣,以取代普通全棉手术衣。(4)使用全棉手术衣的习惯已根深蒂固,很难在短时间内将其用特殊面料手术衣全面取代。在手术室空调系统无法保持恒温的情况下,与全棉材料相比,一次性无纺布和特殊复合面料的透气性能仍有差距,这也是国内医生偏爱全棉手术衣的主要原因。(5)虽然国家已颁布相关标准,但医院在具体采购过程中对布草的审核要求往往不高,导致部分质量达不到要求的产品进入医院,使得手术过程中极易发生交叉感染。因此,手术衣使用者或采购者应注意产品审核,同时,相关部门应加强监管力度。

国内医生对手术衣的舒适性提出了较高要求,忽视了其材料本身的弊端。全棉材料脱絮,使得医院每年通风设备维护的费用增加;其次,对于出血量大的手术,普通全棉手术衣吸收液体后会加重,增加感染风险的同时降低了穿着舒适度。复合面料重量较小且防水,能够在长时间或出血量大的手术中体现轻便透气的优势。特殊面料一次性购入成本较

高,但单次使用成本低廉。复合面料手术衣的市场购买价格高于全棉材料;但复合面料手术衣可承受的洗涤次数超过 100 次,并可大幅减少洗涤过程中的能量消耗,综合来说,全棉材料和复合面料的手术衣的单次使用成本相当。

众多医院正在探索同洗涤公司开展租赁业务模式。对于医院布草,院方希望提高感控水平的同时,减少清点、采购等运营成本,而洗涤公司则希望统一采购优质布草,并通过控制洗涤环节、增加洗涤次数,降低运行成本。洗涤工厂本身愿意购买防护等级高的手术衣进行租赁及提供清洗服务,可以通过增加洗涤次数,降低运行成本;其次,可以通过帮助医院提高感控水平,提升自身竞争力。因此,未来医院布草采用在区域洗涤工厂集中洗涤加租赁的方式,将会成为高防护性能材料引入手术衣市场的良策。

2 手术衣的技术标准和法规要求

2.1 手术衣的技术标准

美国是世界上最先施行手术衣及铺单标准的国家。美国职业安全及健康管理委员会(OSHA)在 1991 年发布规定^[21],旨在降低医护人员接触感染血液传播疾病的风险。规定要求医护人员必须使用适当的个人防护设备(personal protective equipment, PPE),避免接触传染源。规定指出手术衣需根据手术操作过程中所产生的血液、体液的体积或总量,以及手术持续时间制定不同的防护等级标准,主要包含以下 3 个方面:(1)暴露于血液中的区域,包括面部、四肢等,以及暴露的方式,包括压力及流动液体、水滴等;(2)血液及体液的暴露量;(3)手术操作的持续时间,从短时间的静脉注射至长时间的心胸外科手术。根据 OSHA 指定的防护规定要求^[22],美国医疗器械促进会(AAMI)将手术衣材料的防护性能分为 4 级:

第 1 级(Level 1)用于液体暴露、喷射及溅射风险最低,手术衣受到压力最小,如眼部手术操作、乳房肿瘤切除及皮肤活体检查等手术或操作。

第 2 级(Level 2)用于少量液体暴露,低喷射及溅射风险,对手术衣产生的压力较低,如疝气修复、扁桃体手术及血管造影术等类似手术或操作。该级别手术衣则必须经过抗渗透防水试验及静水压试验。

第 3 级(Level 3)手术衣用于中等液体暴露,中喷射及溅射风险,对手术衣产生的压力较高,如肩关

节镜、前列腺电切术及乳房切除术等类似手术及操作。该级别手术衣对渗水量及静水压试验有更高指标要求。

第 4 级(Level 4)则用于大量液体暴露,高喷射及溅射风险,对手术衣产生的压力很高,如髋关节置换、剖宫产、心血管手术及所有外科医生手会进入患者体内的手术及操作。该级别则要求手术衣必须通过血液与病毒渗漏两项测试。

此外,将手术衣划分为相对容易接触体液的关键部位,包括胸口及前臂;和不易接触体液的非关键部位,包括背后及腿部(见图 3),手术衣的整体防护等级根据关键区域中最低级别来定。欧盟国家也通过并执行医疗器械指导纲要(93/42 EEC)^[23],自 1998 年 6 月起生效,已成为欧盟国家强制性法令。其中相应的手术衣产品标准 EN13795,将手术衣分为标准型和加强型,在手术衣的防护区域界定上同美国标准相同,分为主要防护区域及次要防护区域,测试指标以静水压及干湿态细菌穿透测试作为阻隔性能的标准测试,以取代美国标准中的血液与微生物渗透测试。

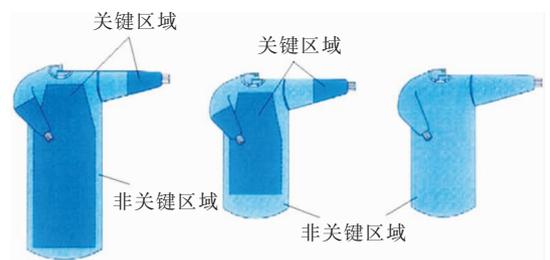


图 3 手术衣关键区域与非关键区域示意图

2.2 手术衣的法规要求

目前,国际上主要的手术防护服的标准有美国医疗器械促进会(Association for the Advancement of Medical Instrumentation, AAMI)组织规定的 AAMI PB-70(2003 年 10 月制定),适用于卫生用防护服装的阻隔性能检测;欧洲标准委员会(European Committee for Standardization)制定的标准 EN 13795(2004 年 11 月制定);国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)组织制定的标准 ISO 16542(2005 年制定)^[24]。在 SARS 暴发前,我国并未设立医用防护服的国家标准,2003 年 4 月 29 日颁布了 GB19082-2003《医用一次性防护服技术要求》,仅适用于一次性手术衣。对于反复使用的手术衣,解放军总后勤部于 2003 年 5 月 3 日发布了行业标准 WSB58-2003《生物防护服通用规范》^[25]。2005 年我国发布

手术衣相关的系列标准(YY/T 0506)^[26],该标准同欧洲标准 EN13795 相似,将手术衣分为标准型及加强型,并做出了主要防护区域及次要防护区域的划分。3 个不同的标准均将手术衣划分成主要及次要防护区域,规定最容易接触血液的部位为主要防护区域,须使用防护性能更高的材料。相较而言,美国标准完全注重于防护材料阻隔性能的测试,通过联合血液与微生物渗透的测试指标,对材料的防护性能及阻隔性能提出最严格的要求。欧洲标准则除了材料的阻隔性,还考量了材料的强度、微生物渗透等指标。国标在欧洲标准的基础上又增加了舒适性的测试指标,更为全面地考量手术衣的综合技术指标。各类标准对手术衣材料的防护性及功能性提出了较高要求,说明手术衣是手术安全的保障之一。见表 1。

表 1 美国、欧洲、中国制定的手术衣标准中测试指标比较

标准测试条目	AAMI PB70 美标	EU 13795 YY/T 0506	
		欧标	国标
1) 防护性能			
静水压测试	√	√	√
液体渗透性	√	√	√
血液渗透性	√ #	○	○
微生物渗透性	√ #	√	√
2) 材料强度			
拉力强度	○	√	√
爆破强度	○	√	√
3) 舒适度			
透气性	○	○	○
透湿性	○		○
4) 微生物传递性能			
脱絮	○	√	√
颗粒洁净度	○	√	√
微生物洁净度	○	√	√

√: 标准中包含该测试项目; #: 仅适用于四级防护产品;

○: 标准中不包含该测试项目

美国注册护士协会(AORN)撰写了手术室医用纺织品的基本选择要求^[27],主要包括以下几个方面,(1)防护等级提升:手术衣材料应当提高患者及医护人员安全防护等级。根据实际要求选择不同功能及防护等级的手术衣,如需加强防护效果,须使用多层复合面料。(2)防止微生物穿透:包括避免微生物及颗粒传播、穿透性最小化,以避免潜在的感染风险。(3)抗液体渗透:对于短时间且无体液暴露的手术可采用防护性较低的手术衣;但对于存在体液暴露或持续时间长的手术,须采用更高防护等级的手术衣。(4)使用强度:必须满足质量标准(如必须

无洞无瑕疵);必须能抵抗撕裂、穿刺、摩擦,以及防止微生物、颗粒、体液的渗透;必须降低棉絮脱落,必要时要保证无棉絮脱落,避免脱絮落于创面导致并发症;接缝线头必须保证足够耐穿通,以防止排汗或压力导致液体穿透接缝,发生双向污染。(5)阻燃性:必须达到安全可接受的可燃标准,以保证使用安全,须格外注意在光热源、电动激光或其他带电源器械使用过程中的安全。(6)舒适性:材料本身须无毒无致敏成分;须能够维持穿戴者体温;须具有一定延展性,使医务人员方便使用手术器械;须能够防止液体渗透。(7)性价比:同时考虑采购成本和产品质量。

3 结论

手术衣作为手术操作过程中保护患者和医务人员,防止致病菌交叉感染的重要屏障,其功能特点和防护要求已得到全球公认。欧美及中国对手术衣均制定了相应的标准,对其防护性能、材料强度、阻微生物渗透性及舒适性都提出了各自的要求。

为满足技术及临床使用需要,欧美国家开发了多种高防护性能的手术衣材料,其中医用膜贴合的复合面料手术衣经过不断更新换代,已在欧美国家普遍使用,其具有防护性能高、使用寿命长及舒适性好等特点。

我国由于长久以来的使用习惯及对感染控制的认知度不足等原因,依旧大规模地使用普通棉质手术衣。但随着技术的革新和对感染控制重视程度的提高,以及医院综合使用成本的明晰化,将有利于手术衣的更新换代。手术衣的发展革新可能改变医院周边产业链布局,包括布草租赁、洗涤等。流程集约化的租赁业务,以及高质量的洗涤服务,有利于进一步提升医院的感染控制水平和管理能力。

[参考文献]

[1] Mahoney FJ, Stewart K, Hu H, et al. Progress toward the elimination of hepatitis B virus transmission among health care workers in the United States[J]. Arch Intern Med, 1997, 157 (22): 2601 - 2605.

[2] Centers for Disease Control and Prevention. Recommendations for prevention and control of hepatitis C virus (HCV) infection and HCV-related chronic disease [J]. MMWR Recomm Rep, 1998, 47(RR-19): 1 - 39.

[3] Cardo DM, Bell DM. Bloodborne pathogen transmission in health

- care workers. Risks and prevention strategies[J]. Infect Dis Clin North Am, 1997, 11(2): 331 - 346.
- [4] Bell DM. Occupational risk of human immunodeficiency virus infection in healthcare workers; an overview [J]. Am J Med, 1997, 102(5B): 9 - 15.
- [5] 唐蕾, 崔颖鹏, 王振宁. 血液感染常见病原真菌分布及耐药性分析[J]. 中国热带医学, 2007, 7(6): 973 - 974.
- [6] 郝建萍, 尼罗帕尔·吐尔逊, 哈力达·亚森. 血液病患者医院感染的病原学变迁[J]. 新疆医科大学学报, 2011, 34(9): 980 - 983.
- [7] Goldmann DA. The role of barrier precautions in infection control [J]. J Hosp Infect, 1991; 18 (Suppl A): 515 - 523.
- [8] Wikipedia. Joseph Lister, 1st Baron Lister[EB/OL]. (2015 - 03 - 15)[2015 - 03 - 20]. http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Lister,_1st_Baron_Lister.
- [9] Influenza Virus Net. The 1918 Flu pandemic (Spanish Flu) [EB/OL]. (2015 - 06) [2015 - 03 - 20]. <http://www.influenzavirusnet.com/1918-flu-pandemic.html>.
- [10] Beck WC, Collette TS. False faith in the surgeon's gown and surgical drape [J]. Am J Surg, 1952, 83(2): 125 - 126.
- [11] 李锡金, 刘景汉. 血液传播疾病医院感染的控制[J]. 中华医院感染学杂志, 1995, 5(2): 122 - 124.
- [12] [No authors listed]. A mysterious tale: the search for the cause of 100+ cases of diffuse lamellar keratitis[J]. J Refract Surg, 2002, 18(5): 551 - 554.
- [13] Johnston J. Toxic anterior segment syndrome-more than sterility meets the eye[J]. AORN J, 2006, 84(6): 969 - 984.
- [14] McDowell J. J&J study: An environmental, economic, and health comparison of single-use and reusable drapes and gowns [J]. Asepsis, 1993, 13: 1 - 15.
- [15] 赵家祥, 邓萍, 孙宇清, 等. 新型医用纺织品[M]. 天津纺织工学院科研处情报研究室, 1991: 51 - 60.
- [16] Taylor, Jeffrey L. Launderable cloth-like product for surgical use and method of making the same[P]. US5002070, 1991 - 03 - 26.
- [17] Keighley JH. Breathable fabrics and comfort in clothing[J]. J Coated Fabrics, 1985, 15(2): 89 - 104.
- [18] 杨建忠, 王新艳. 医用防护服织物的结构与透湿量[J]. 纺织学报, 2006, 3(2): 11 - 15.
- [19] 张建春, 郝新敏, 周国泰, 等. 医用防护服研究现状及 SARS 防护服的性能要求[J]. 西安工程科技学院学报, 2003, 17(3): 194 - 199.
- [20] 景晓宁, 李亚滨. 医用非织造布[J]. 产业用纺织品, 2009, 27(7): 1 - 5.
- [21] Occupational Safety and Health Administration. Occupational exposure to bloodborne pathogens. Final rule[J]. Fed Regist, 1991, 56(235): 64004 - 64182.
- [22] Association for the Advancement of Medical Instrumentation. Liquid barrier performance and classification of protective apparel and drapes intended for use in health care facilities[S]. AAMI, PB-70, 2003.
- [23] 欧洲共同体理事会. 关于医疗器械的 93/42/EEC 指令[EB/OL]. (1993 - 06 - 14)[2015 - 03 - 20]. <http://wenku.baidu.com/view/111284d43186bceb19e8bbdc.html>.
- [24] Association for the advancement of medical instrumentation. Selection of surgical gowns and drapes in health care facilities [R]. Arlington, VA: AAMI, 1994.
- [25] 徐桂龙, 王璐. 国内外医用手术防护服标准比较及分析(二). [J]产业用纺织品, 2006, (195): 40 - 42, 36.
- [26] 中华人民共和国卫生部. YY/T 0506. 2 - 2009 中华人民共和国医药行业标准[S]. 北京, 2009.
- [27] Association of periOperative Registered Nurses. Recommend practices for selection and use of surgical gowns and drapes[J]. AORN J, 2003, 77(1): 206 - 210, 213.

(本文编辑:熊辛睿)