

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20233576

论著·手术部位感染专题

骨科关节镜手术手术部位感染聚集的流行病学调查

杨剑税, 闵琦芬

(常州市肿瘤医院感染管理科, 江苏 常州 213032)

[摘要] **目的** 对骨科关节镜手术后手术部位感染 (SSI) 聚集进行流行病学调查, 为医院感染防控提供依据。**方法** 对某三级医院骨科 2020 年 9—10 月关节镜术后 3 例 SSI 开展流行病学调查, 循证后干预, 并对防控效果进行评价。**结果** 骨科病区短期出现 3 例关节镜术后 SSI 病例, 切口分泌物培养均为铜绿假单胞菌, 且药敏谱表型一致。暂停关节镜手术, 分别对相关医务人员卫生手、病房环境、手术器械等进行多批次采样, 最后模拟手术操作的方式在关节镜鞘卡管腔冲洗液标本中分离出铜绿假单胞菌, 且与患者切口分泌物中分离的铜绿假单胞菌药敏结果一致。根据流行病学调查结果进行干预, 将鞘卡低温等离子灭菌改成高温高压灭菌, 再次模拟手术操作的方式采集管腔冲洗液标本培养, 未再培养出铜绿假单胞菌。恢复手术后 1 个月, 未再发现 SSI 病例, 证实防控措施有效。**结论** 关节镜鞘卡管腔内可能形成生物膜, 清洗时难以去除。低温等离子灭菌无法穿透生物膜, 导致关节镜手术 SSI 聚集事件, 而热力学灭菌方式可高效灭活生物膜内的病原菌。

[关键词] 手术部位感染; 骨科关节镜术; 聚集; 流行病学调查

[中图分类号] R181.3⁺2

Epidemiological investigation on clustered surgical site infection after arthroscopic surgery

YANG Jian-shui, MIN Qin-fen (Department of Infection Management, Changzhou Cancer Hospital, Changzhou 213032, China)

[Abstract] **Objective** To conduct an epidemiological investigation of clustered surgical site infection (SSI) after arthroscopic surgery in orthopedic ward, and provide evidence for the prevention and control of healthcare-associated infection (HAI). **Methods** Epidemiological investigation was carried out on 3 cases of SSI after arthroscopic surgery in the orthopedics department of a tertiary hospital from September to October 2020. Evidence-based intervention was performed. Prevention and control effect was evaluated. **Results** There were 3 cases of SSI after arthroscopic surgery in the orthopedic ward in a short time. *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*) was isolated from incision secretion culture, and drug sensitivity spectrum phenotypes of isolated strains were identical. Arthroscopic surgery was suspended. Multiple sampling was conducted on hands of the relevant medical staff, ward environment, and surgical instruments. *P. aeruginosa* was isolated from flushing fluid specimen of arthroscopic trocar by simulating surgical operation, and corresponding drug sensitivity results were consistent with *P. aeruginosa* isolated from the patient's incision secretion. Intervention was carried out according to epidemiological investigation results. Low temperature plasma sterilization on trocar was changed into high temperature and pressure sterilization. Specimens of lumen flushing fluid were collected and cultured by simulating the arthroscopic surgery again, and no *P. aeruginosa* was detected. One month after the resumption of arthroscopic surgery, no SSI case was found, thus confirmed the effectiveness of the prevention and control measures. **Conclusion** Biofilm may form in the lumen of the arthroscopic trocar, which is difficult to remove during cleaning. Low temperature plasma sterilization can not penetrate the biofilm, resulting in clustered SSI event of arthroscopic operation. Thermodynamic sterilization method can

[收稿日期] 2022-11-11

[作者简介] 杨剑税(1991-),男(汉族),江苏省常州市人,主治医师,主要从事医院感染管理研究。

[通信作者] 闵琦芬 E-mail: 1034043146@qq.com

effectively sterilize the pathogenic bacteria in biofilm.

[Key words] surgical site infection; orthopedic arthroscopy; cluster; epidemiological investigation

手术部位感染(surgical site infection, SSI)是医院感染目标性监测的重点内容。关节镜手术是一种微创手术,操作者可通过微小切口将透镜金属管插入关节腔,将关节腔内部结构投射到监视器上,从而掌握关节腔内的病变情况,处理病变部位。既往文献^[1-3]报道关节镜手术术后 SSI 的年发病率约为 1.4%~18.0%,尽管发病率较低,但一旦感染,患者再入院、再手术概率增加,切口愈合延缓,医疗负担增加^[4-6]。铜绿假单胞菌属于革兰阴性杆菌,广泛存在于外界环境,尤其是潮湿环境,也可定植于人体皮肤表面、呼吸道和消化道等部位,属于条件致病菌^[7],当机体抵抗力下降或接受某些侵入性、创伤性操作后,可导致其感染概率增加^[8],引起呼吸道感染、尿路感染、败血症、SSI 等。铜绿假单胞菌是 SSI 的致病菌之一^[9],定植通常先于感染,可通过污染的皮肤黏膜、手术器械、植入物等侵犯器官腔隙,引起 SSI。铜绿假单胞菌易在细菌外层形成生物被膜,发挥屏障功能,产生免疫豁免,甚至导致细菌耐药,诱发持续性感染^[10-12]。近年来,铜绿假单胞菌引起的关节镜术后 SSI 散发或聚集性事件屡见不鲜^[13-15],流行病学和循证医学在此类事件的调查和控制中发挥了重要作用。目前国内已形成成熟的感染聚集流行病学调查体系^[16-17],为医院感染防控提供了标准操作规程(standard operation procedure, SOP)。2020 年 10 月 29 日,某三级医院骨科病区反映近期关节镜术后出现 3 例 SSI 病例,且切口部位分泌物均分离出铜绿假单胞菌,立即请求给予医院感染防控指导。感染管理科立即展开流行病学调查,并采取针对性干预措施,未再出现相关感染病例,现将调查过程和干预结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 通过众智医院感染预防与控制全流程管理系统获取某三级医院 2020 年 9 月 1 日—10 月 31 日 3 例骨关节镜手术后发生 SSI 的患者临床信息,包括年龄、性别、床号、房间号、手术时间、手术器械、手术医生、切口感染时间等。

1.2 判定标准 按照 2001 年国家卫生部颁布的

《医院感染诊断标准(试行)》^[18]进行 SSI 诊断。

1.3 细菌鉴定和药敏试验 使用 BD Phoenix100 全自动微生物分析仪进行菌种鉴定和药物敏感性试验,采用 Kirby-Bauer 纸片扩散法对药敏结果进行补充和验证,药敏试验结果按照美国临床和实验室标准协会(Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI)2020 年制定的标准^[19]判定。

1.4 流行病学调查 成立流行病学调查小组,通过众智医院感染预防与控制全流程管理系统获取相关资料,并结合现场调查,核实感染病例及其基本信息、手术医生等,分析病例的三间(时间、地点、人群)分布特征。采集环境物体表面、卫生手、手术器械等部位标本分析铜绿假单胞菌来源,按照标本的实验室结果进行干预,追踪评价干预效果。

1.4.1 病例搜索 通过众智医院感染预防与控制全流程管理系统对该医院骨科病区进行病例搜索,时间范围为 2020 年 9 月 1 日—10 月 31 日,查询骨科病区行关节镜手术的病例。

1.4.2 病例对照研究 利用病例对照研究的方法,将 3 例关节镜术后 SSI 的患者作为病例组,通过众智医院感染预防与控制全流程管理系统匹配对照组病例。匹配条件:性别相同,年龄 ± 10 岁,手术类型为骨科 I 类切口手术,手术等级为四级,手术日期为 2020 年 9—10 月。匹配原则:以感染病例的手术日期为起点,由近及远逐一匹配,按照 1:4 匹配,达到数量匹配结束,共匹配对照组病例 16 例。

1.4.3 环境卫生学采样 手卫生采样:使用浸有复方中和剂的一次性棉签在双手指曲面从指跟到指端往返涂擦,折去操作者接触部分后投入采样管。环境物体表面采样:使用一次性无菌棉签蘸取无菌生理盐水,对高频接触的环境物体表面(包括门把手、床栏、床头柜、导联线、监护仪按钮、水池出入口等)进行采样。关节镜手术器械采样:鞘卡(见图 1)管腔充分摩擦后,一端倒入生理盐水,另一端收集入采样管内;关节镜其他器械采样同环境物体表面采样方法。所有批次的采样均设置阴性对照,标本采集后 30 min 内送至实验室,充分震荡后,接种于无菌平皿,进行目标微生物检测。



图 1 关节镜鞘卡图片

Figure 1 Images of arthroscopic trocar

1.5 统计分析 应用 Excel 2010 对数据进行整理和汇总,应用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。不同组间 SSI 发病率比较采用似然比 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 流行病学调查

2.1.1 感染病例基本信息 2020 年 9 月 1 日—10

表 1 3 例关节镜术后 SSI 患者基本信息

Table 1 Basic information of 3 patients with SSI after arthroscopic surgery

编号	年龄(岁)	性别	床号	基础疾病	SSI 类型	切口分泌物培养	手术日期	感染日期	手术医生
1	62	男	31	肺炎	表浅手术切口	铜绿假单胞菌	9 月 4 日	9 月 17 日	A、B、C 医生
2	65	女	29	高血压	表浅手术切口	铜绿假单胞菌	9 月 10 日	9 月 15 日	A、B、D 医生
3	68	女	27	高血压、糖尿病	表浅手术切口	铜绿假单胞菌	10 月 15 日	10 月 28 日	A、B、C 医生

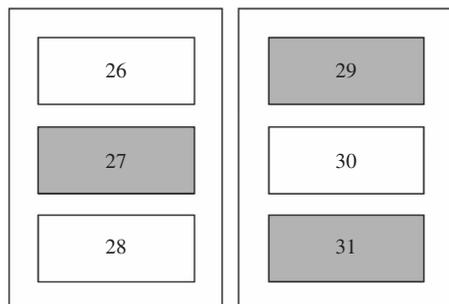


图 2 3 例关节镜术后 SSI 患者床位分布

Figure 2 Bed distribution of the 3 SSI patients after arthroscopic surgery

2.1.4 人群分布 2020 年 9—10 月开展骨科关节

镜手术共 12 例,3 例发生 SSI;同期开展非关节镜手术的其他清洁切口手术 244 例,1 例发生 SSI;关节镜手术患者术后 SSI 发生率高于非关节镜手术患者 ($P < 0.001$)。A、B、C、D 医生参与手术 75 例,4 例发生 SSI;其余医生参与手术 181 例,均未发生 SSI;A、B、C、D 医生涉及的手术术后 SSI 发生率高于其他医生(似然比 $\chi^2 = 9.976, P = 0.002$)。本院共两套关节镜手术器械,编为 1 号和 2 号。其中使用 1 号关节镜手术器械的手术 4 台,3 例 SSI;使用 2 号关节镜手术器械的手术 8 台,未发生 SSI;使用 1 号关节镜手术器械术后 SSI 发生率高于 2 号关节镜手术器械 ($P < 0.001$)。

2.1.2 时间分布 2020 年 9—10 月 3 例关节镜术后 SSI 患者,感染时间距离较近。相比 2019 年同期及 2020 年其他月份,2020 年该时间段关节镜手术后 SSI 发病率明显升高(均 0 VS 25.00%)。

2.1.3 空间分布 3 例 SSI 患者分别为 27、29、31 床,其中 29、31 床在同一个房间,27 床在隔壁房间,相距较近,具体床位分布见图 2。

镜手术共 12 例,3 例发生 SSI;同期开展非关节镜手术的其他清洁切口手术 244 例,1 例发生 SSI;关节镜手术患者术后 SSI 发生率高于非关节镜手术患者 ($P < 0.001$)。A、B、C、D 医生参与手术 75 例,4 例发生 SSI;其余医生参与手术 181 例,均未发生 SSI;A、B、C、D 医生涉及的手术术后 SSI 发生率高于其他医生(似然比 $\chi^2 = 9.976, P = 0.002$)。本院共两套关节镜手术器械,编为 1 号和 2 号。其中使用 1 号关节镜手术器械的手术 4 台,3 例 SSI;使用 2 号关节镜手术器械的手术 8 台,未发生 SSI;使用 1 号关节镜手术器械术后 SSI 发生率高于 2 号关节镜手术器械 ($P < 0.001$)。

2.1.5 病例对照研究 基于流行病学调查结果,将 1 号关节镜手术器械、26~31 床和 A、B、C、D 医生分别作为危险因素进行病例对照研究,发现 1 号关节镜手术器械($P = 0.009$)和 A、B 医生(P 值分别为 0.011、0.033)是本次感染聚集事件的危险因素。见表 2。

表 2 关节镜手术术后 SSI 的危险因素分析

Table 2 Analysis on the risk factors for SSI after arthroscopic surgery

因素	病例组 (例)	对照组 (例)	SSI 发生率 (%)	$P^{\#}$
床号为 26~31				0.235
是	3	3	50.00	
否	1	8	11.11	
1 号关节镜手术器械				0.009
是	3	0	100	
否	1	11	8.33	
A 医生参加手术				0.011
是	4	2	66.67	
否	0	9	0	
B 医生参加手术				0.033
是	3	1	75.00	
否	1	10	9.09	
C 医生参加手术				0.077
是	3	2	60.00	
否	1	9	10.00	
D 医生参加手术				0.267
是	1	0	100	
否	3	11	21.43	

注: # 为 Fisher 确切概率法。

2.1.6 环境卫生学采样 共采集标本 99 份,其中医生卫生手 15 份,环境物体表面 48 份,1 号关节镜手术器械(低温等离子灭菌或高温高压灭菌后)36 份。过氧化氢低温等离子灭菌后的 1 号关节镜鞘卡管腔冲洗液培养出铜绿假单胞菌,与患者切口分泌物分离的铜绿假单胞菌两者药敏结果一致。高温高压灭菌后的 1 号关节镜鞘卡管腔冲洗液、医生卫生手和环境物体表面标本均未分离出铜绿假单胞菌。

2.2 防控措施评价 在未查明感染源的情况下,立即暂停关节镜手术,暂时取消 A、B、C、D 医生手术排班。在感染管理科流行病学调查结束后,将关节镜鞘卡等非精密器械的灭菌方式改成高温高压灭

菌,于 11 月 6 日恢复关节镜手术和 4 位医生手术排班,至 12 月 8 日共开展 7 台关节镜手术,分别在 1 个月对患者进行随访,未再出现 SSI 病例,证实感染防控措施有效。

3 讨论

2020 年 9—10 月该三级医院骨科短期内出现 3 例关节镜术后 SSI 病例,高于历年同期和该年的正常 SSI 发病率水平,且切口分泌物均分离到铜绿假单胞菌,符合感染聚集性事件的定义。医院感染管理科立即介入,开展流行病学调查。通过数据收集、统计分析、标本采集等流程,分析传染源及传播途径,并采取有效感染控制措施,未再出现 SSI 病例。

本次流行病学调查分析 SSI 聚集事件的时间、空间、人群分布,发现 3 例 SSI 均使用了 1 号关节镜手术器械,涉及的 4 位医生在该时间段内 SSI 发生率普遍高于其他医生,且床位在相邻较近的 26~31 床,因此,选择 1 号关节镜手术器械、26~31 床和 A、B、C、D 医生分别作为危险因素进行病例对照研究。初步发现 1 号关节镜手术器械和 A、B 医生是本次感染聚集事件的危险因素,最后根据标本采集和病原学鉴定发现,污染的关节镜鞘卡可能是本次聚集性事件的重要感染源。

关节镜鞘卡是一类中空、细长的管腔类金属器械,长约 20 cm,直径约 5 mm,两端开口。管腔内容易残留组织,且不易清洗。研究^[20]发现,采用冲洗方式清洗曲卡管腔,内镜下仍然能发现附着在内壁上的残留组织,这些组织残渣为细菌的生长和繁殖提供了良好的生物基质。管腔内组织碎片同时也成为了细菌的避难所,导致消毒或者灭菌效率降低,甚至无效^[21]。病原菌可通过污染的鞘卡管腔进入关节间隙,引起机会性感染,可能是导致感染聚集的生物学基础之一。此外,铜绿假单胞菌形成的生物膜可能是导致本次感染聚集事件的另一个重要生物学基础。铜绿假单胞菌普遍存在于环境中,在潮湿环境中尤甚,由此菌引起的 SSI 占有 SSI 的 10%~15%^[22],是 SSI 重要的致病菌之一。铜绿假单胞菌具有鞭毛,可通过泳动在介质表面聚集黏附,并分泌胞外多糖等基质将自身包裹,形成蘑菇状立体结构,即生物被膜^[23],为适应外界环境提供了良好的防御机制,增加了细菌在应激状态下存活概率。有文献^[24]报道低温等离子灭菌未成功灭活生物膜的案例。低温等离子灭菌是通过高频的电场作用,在灭菌容器中

形成均匀的等离子场,释放等离子体的同时产生紫外线,能使微生物、蛋白质、核酸等生命物质发生氧化,击穿细胞外壁,迅速达到灭菌效果。灭菌失败可能与下列因素有关:一方面是低温等离子灭菌器未能形成足够能量的等离子场;另一方面是生物膜的特性,生物膜胞外基质具备较强的防渗透能力,而且胞内细菌长期缺乏营养物质,部分转化为休眠菌,具备较强的应激潜能^[25]。本起 SSI 事件可能是因生物膜形成,其内部包裹的致病菌获得了天然屏障,低温等离子灭菌产生的能量未能完全击穿被膜,引起灭菌失败。通过手术操作中挤压和摩擦等操作,生物膜内的致病菌被释放,进入关节腔后引发 SSI。

关节镜鞘卡管腔内一旦形成生物膜,通过肉眼难以发现,甚至污染的关节镜鞘卡经过低温等离子灭菌后,生物监测指示卡也未曾出现异常。截至目前,国家相关规范也从未提及须对灭菌后的手术器械进行常规监测。在本次感染聚集事件报告之初,医院感染管理科也曾尝试管腔淋洗的采样方式,但未培养出细菌。因此,这种污染是相当隐蔽的。通过文献复习,优化了曲卡管腔的采样方式,模拟手术操作在其内壁充分摩擦后进行淋洗和收集,最终分离到铜绿假单胞菌,且药敏结果与患者切口分泌物中分离到的铜绿假单胞菌相同。在确定感染源后,供应室加强了关节镜鞘卡清洗的工作,采用热力高压灭菌替代了原先的低温等离子灭菌。微生物监测合格后恢复关节镜手术,1 个月未再出现 SSI 病例。根据 2016 年国家卫生与计划生育委员会在《医院感染暴发控制指南》^[26]中相关表述,在超过感染性疾病最长潜伏期的时间后 1 周内无新发感染病例出现或发病率恢复到医院感染暴发前的平均水平,说明采取的感染控制措施有效。

本次研究分析了关节镜术后 SSI 的原因,可能是鞘卡管腔灭菌失败,但存在一定的局限性。本次研究缺少直接证据证实铜绿假单胞菌来自同一感染源和排除清洗质量问题,也未验证生物膜的存在,主要受限于专业设备和技术的缺乏,但是本次研究希望能给类似感染事件的调查提供思路和借鉴。目前,医院感染暴发监测主要通过分析感染发生率增加获得线索,存在明显的滞后性。临床科室是发现感染聚集事件的“哨点”,临床医务人员须提高此类事件的敏锐度,及时吹哨,主动上报,加强感染控制、微生物、临床与护理等科室的团队协作,将感染暴发遏制在萌芽状态。此外,患者出院后 SSI 发病率资料难以获得,普遍存在失访情况,易造成暴发监测的

缺失。因此,医疗机构应加强手术患者 SSI 的随访工作。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] 王猛,叶如卿,王亮,等. 不同手术时机行关节镜下前交叉韧带重建术对患者术后医院感染的影响研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2018, 28(21): 3293-3296.
Wang M, Ye RQ, Wang L, et al. Influence of arthroscopic anterior cruciate ligament revascularization at different time points on postoperative nosocomial infection[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2018, 28(21): 3293-3296.
- [2] Hantes ME, Raouli VA, Doxariotis N, et al. Management of septic arthritis after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using a standard surgical protocol[J]. Knee, 2017, 24(3): 588-593.
- [3] 徐奎帅,张靓,戚超,等. 关节镜前交叉韧带重建术后感染临床分析[J]. 青岛大学学报(医学版), 2021, 57(5): 671-674.
Xu KS, Zhang L, Qi C, et al. A clinical analysis of postoperative infection after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Journal of Qingdao University(Medical Sciences), 2021, 57(5): 671-674.
- [4] Waltz PK, Zuckerbraun BS. Surgical site infections and associated operative characteristics[J]. Surg Infect (Larchmt), 2017, 18(4): 447-450.
- [5] Tan T, Lee H, Huang MS, et al. Prophylactic postoperative measures to minimize surgical site infections in spine surgery: systematic review and evidence summary[J]. Spine J, 2020, 20(3): 435-447.
- [6] Lohsiriwat V. High compliance with surgical site infection (SSI) prevention bundle reduces incisional SSI after colorectal surgery[J]. Ann Coloproctol, 2021, 37(3): 146-152.
- [7] Morin CD, Déziel E, Gauthier J, et al. An organ system-based synopsis of *Pseudomonas aeruginosa* virulence[J]. Virulence, 2021, 12(1): 1469-1507.
- [8] 张亮,张柳颖,张石昊,等. 上海市某地区养老机构患者相关环境机会致病菌调查分析[J]. 中国消毒学杂志, 2021, 38(10): 757-760.
Zhang L, Zhang LY, Zhang SH, et al. Investigation and analysis of opportunistic pathogens from patients-related environment in nursing homes in a certain area of Shanghai[J]. Chinese Journal of Disinfection, 2021, 38(10): 757-760.
- [9] Zhadan O, Becker H. Surgical site irrigation in plastic surgery[J]. Aesthet Surg J, 2018, 38(3): 265-273.
- [10] 陈湘平,张金炎,滕真真,等. 重症监护病房脑卒中后肺炎患者多药耐药菌感染病原学检测分析[J]. 医学理论与实践, 2020, 33(11): 1847-1849.
Chen XP, Zhang JY, Teng ZZ, et al. Multidrug-resistant or-

ganisms detection analysis of pneumonia infected patients after stroke in intensive care unit[J]. The Journal of Medical Theory and Practice, 2020, 33(11): 1847 - 1849.

- [11] Lee K, Yoon SS. *Pseudomonas aeruginosa* biofilm, a programmed bacterial life for fitness[J]. J Microbiol Biotechnol, 2017, 27(6): 1053 - 1064.
- [12] Skariyachan S, Sridhar VS, Packirisamy S, et al. Recent perspectives on the molecular basis of biofilm formation by *Pseudomonas aeruginosa* and approaches for treatment and biofilm dispersal[J]. Folia Microbiol (Praha), 2018, 63(4): 413 - 432.
- [13] Tosh PK, Disbot M, Duffy JM, et al. Outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* surgical site infections after arthroscopic procedures: Texas, 2009[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2011, 32(12): 1179 - 1186.
- [14] Daradkeh ST, Abunasser MJ, Daradkeh YT, et al. Case report: management of septic knee arthritis with *Pseudomonas aeruginosa* by arthroscopic debridement and lavage with diluted povidone iodine [J]. Int J Surg Case Rep, 2021, 85: 106262.
- [15] Dumlao PIE, Paner N, Bathan L, et al. Delayed onset bioabsorbable screw reaction, intact screw extrusion and *Pseudomonas aeruginosa* tibial tunnel osteomyelitis years after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring graft[J]. BMJ Case Rep, 2019, 12(9): e229927.
- [16] 李占结, 陈文森, 刘成成, 等. 甲状腺癌根治术手术部位感染聚集的流行病学调查[J]. 中国感染控制杂志, 2019, 18(9): 824 - 829.
- Li ZJ, Chen WS, Liu CC, et al. Epidemiological survey on aggregation of surgical site infection after radical thyroidectomy for thyroid cancer[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2019, 18(9): 824 - 829.
- [17] 倪建军, 蒋强, 葛瑞瑞, 等. 安徽省五河县一起初级中学肺结核聚集性疫情调查分析[J]. 结核与肺部疾病杂志, 2021, 2(4): 370 - 372.
- Ni JJ, Jiang Q, Ge RR, et al. Investigation report on a cluster epidemic of pulmonary tuberculosis in junior middle school in Wuhe, Anhui[J]. Journal of Tuberculosis and Lung Disease, 2021, 2(4): 370 - 372.
- [18] 中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准(试行)[J]. 中华医学杂志, 2001, 81(5): 314 - 320.
- National Health Commission of the People's Republic of China. Diagnostic criteria for nosocomial infections(tentative version)[J]. National Medical Journal of China, 2001, 81(5): 314 - 320.
- [19] Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing-30th edition [EB/OL]. [2022 - 11 - 01]. <https://webstore.ansi.org/standards/clsi/clsim100ed30>.
- [20] Tosh PK, Disbot M, Duffy JM, et al. Outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* surgical site infections after arthroscopic procedures: Texas, 2009[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2011, 32(12): 1179 - 1186.
- [21] Parada SA, Grassbaugh JA, Devine JG, et al. Instrumentation-specific infection after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Sports Health, 2009, 1(6): 481 - 485.
- [22] Moremi N, Claus H, Vogel U, et al. Surveillance of surgical site infections by *Pseudomonas aeruginosa* and strain characterization in Tanzanian hospitals does not provide proof for a role of hospital water plumbing systems in transmission[J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2017, 6: 56.
- [23] 余鹏飞, 周林颖, 李诗佳, 等. 1,3-丙二胺通过群体密度感应系统对铜绿假单胞菌生物膜形成的抑制作用[J]. 中南大学学报(医学版), 2021, 46(9): 942 - 948.
- She PF, Zhou LY, Li SJ, et al. Inhibitory effects of 1,3-diaminopropane on the biofilm formation of *Pseudomonas aeruginosa* via interaction with quorum sensing system[J]. Journal of Central South University(Medical Science), 2021, 46(9): 942 - 948.
- [24] Muscarella LF. Other possible causes of a well-publicized outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* following arthroscopy in Texas[J]. Adv Infect Dis, 2013, 3(2): 134 - 145.
- [25] Ciofu O, Tolker-Nielsen T. Tolerance and resistance of *Pseudomonas aeruginosa* biofilms to antimicrobial agents-how *P. aeruginosa* can escape antibiotics[J]. Front Microbiol, 2019, 10: 913.
- [26] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 医院感染暴发控制指南: WS/T 524—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. Guideline of control of healthcare associated infection outbreak: WS/T 524 - 2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.

(本文编辑:文细毛)

本文引用格式:杨剑税, 闵琦芬. 骨科关节镜手术手术部位感染聚集的流行病学调查[J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(2): 175 - 180. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20233576.

Cite this article as: YANG Jian-shui, MIN Qin-fen. Epidemiological investigation on clustered surgical site infection after arthroscopic surgery[J]. Chin J Infect Control, 2023, 22(2): 175 - 180. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20233576.