

本文引文格式:张培金,蔡东珍,秦丹,等. 2018—2023年某教学医院医务人员血源性职业暴露特征分析[J]. 右江民族医学院学报, 2025, 47(1): 132-137.

【论著与临床报道】

2018—2023年某教学医院医务人员血源性职业暴露特征分析

张培金, 蔡东珍, 秦丹, 李燕, 吴群, 张晓娟, 尹慧, 钟芳, 雷健, 谢贝贝

(皖南医学院第一附属医院感染管理科, 安徽 芜湖 241001)

摘要:目的 分析医务人员血源性职业暴露的特征,为完善职业防护措施提供科学依据。方法 采用回顾性调查方法,对某三甲综合性教学医院2018年1月至2023年12月上报的血源性职业暴露数据进行分析。结果 2018—2023年该院医务人员共报告血源性职业暴露330例,发生率在1.63%~2.06%之间,年均发生率为1.91%,职业暴露全年发生高峰集中在7~9月。发生血源性职业暴露的医务人员以女性为主(66.97%),年龄主要分布在≤25岁(59.70%),工作年限≤1年(74.24%),职业类别以实习进修和规培人员为主(60.91%);发生科室以内科(37.88%)和外科(35.76%)为主,暴露方式以锐器伤为主(90.30%),暴露部位以手部为主(90.00%),暴露源以乙型肝炎病毒(56.36%)为主,其次为梅毒螺旋体(16.36%);暴露环节居前三位的依次为拔针(23.94%)、处理锐器(18.18%)、手术(10.91%),暴露发生场所主要在病房内(55.76%)和手术室(26.97%);暴露原因居前三位的依次是个人操作不慎(64.55%)、违规操作导致(13.64%)、意外或紧急情况(12.12%)。不同职业类别医务人员暴露方式、暴露环节、暴露场所和暴露源间比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论 医院应结合实际情况,加强对职业暴露重点科室、重点环节和重点人群的防控,开展针对性职业防护培训,规范操作流程,完善职业安全防控体系,降低血源性职业暴露的发生。

关键词:医务人员;职业暴露;血源性病原体;锐器伤

中图分类号:R192 文献标识码:A 文章编号:1001-5817(2025)01-0132-06

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2025.01.022

An analysis of the characteristics of bloodborne occupational exposure among healthcare workers in a teaching hospital from 2018 to 2023

ZHANG Peijin, CAI Dongzhen, QIN Dan, LI Yan, WU Qun, ZHANG Xiaojuan,
YIN Hui, ZHONG Fang, LEI Jian, XIE Beibei

(Department of Infection Management, The First Affiliated Hospital of Wannan Medical College, Wuhu 241001, Anhui, China)

Abstract: **Objective** To analyze the characteristics of bloodborne occupational exposure (BOE) among healthcare workers and provide a scientific basis for improving occupational protection measures. **Methods** A retrospective study was conducted to analyze the data of bloodborne occupational exposure reported in a tertiary grade-A comprehensive teaching hospital from January 2018 to December 2023. **Results** A total of 330 cases of BOE were reported among the healthcare workers from 2018 to 2023, with an incidence rate ranging from 1.63% to 2.06% and an annual average incidence rate of 1.91%. The peak period of occupational exposure occurred from July to September. The majority of exposed healthcare workers were female (66.97%), aged ≤25 years (59.70%), and had ≤1 year of work experience (74.24%). The main occupational categories were interns, trainees, and residents (60.91%). The departments with the highest exposure rates were internal medicine (37.88%) and surgery (35.76%). The major type of exposure was sharp injuries (90.30%), and hands

基金项目:芜湖市创新环境建设(软科学)项目(2023rkx23);皖南医学院中青年科研基金项目(WK2023ZQNS23)

第一作者:张培金,主管医师,研究方向:医院感染防控,E-mail:20181088@wnmc.edu.cn

通讯作者:秦丹,副主任护师,研究方向:医院感染防控,E-mail:2743965622@qq.com

were the most exposed sites (90.00%), and the main exposure source was the hepatitis B virus (56.36%), followed by *Treponema pallidum* (16.36%). The top three exposure links were needle removal (23.94%), sharp instrument handling (18.18%), and surgery (10.91%). The primary locations of exposure were wards (55.76%) and operating rooms (26.97%). The top three reasons for exposure were personal operational negligence (64.55%), violation of operating procedures (13.64%), and accidental or emergency situations (12.12%). Significant differences were observed in exposure modes, links, locations, and sources among healthcare workers of different occupational categories ($P < 0.05$). **Conclusion** It is necessary for the hospital to strengthen the prevention and control of occupational exposure of key departments, links and populations based on the actual situation, carry out targeted occupational protection training, standardize operating procedures, and improve the occupational safety prevention and control system to reduce the occurrence of BOE.

Key words: healthcare workers; occupational exposure; bloodborne pathogen; sharp injuries

血源性职业暴露是指医院工作人员在从事诊疗、护理工作过程中,意外被血源性传染病患者的血液、体液污染皮肤或黏膜,或被含有患者血液、体液污染的针头以及其他锐器刺破皮肤,可能被感染的情况^[1]。医院是血源性传播疾病患者高度集中的场所,医务人员在从事诊疗操作过程中,不可避免需要接触患者的血液、体液、分泌物等,已成为血源性职业暴露的高危人群。目前临床上经血传播病原体主要有乙型肝炎病毒(HBV)、丙型肝炎病毒(HCV)、人类免疫缺陷病毒(HIV)和梅毒螺旋体等,严重威胁着医务人员的身心健康^[2],同时造成经济损失,增加防控费用^[3]。本研究通过对 2018—2023 年某三甲综合性教学医院医务人员血源性职业暴露情况进行回顾性调查研究,分析其职业暴露发生特点及相关影响因素,为作好职业暴露管理,优化预防措施提供实践指导。

1 对象与方法

1.1 研究对象 某三甲综合性教学医院 2018 年 1 月至 2023 年 12 月发生血源性职业暴露事件并报告的医务人员,包括医生、护士、医技人员、实习进修和规培人员以及工勤人员。

1.2 研究方法 采用回顾性调查方法对医院职业暴露上报系统中血源性职业暴露相关资料进行汇总和分析,包括暴露者和暴露源基本信息、暴露方式、发生时间和地点、暴露部位、暴露原因及操作环节、暴露后应急处理情况等。血源性职业暴露后完整应急处理措施包括:皮肤黏膜类,肥皂液和流动水清洗污染皮肤,生理盐水彻底冲洗黏膜;锐器造成伤口类,从近心端向远心端轻轻挤压,使用肥皂液和流动水清洗,再采用 75%乙醇或 0.5%碘伏消毒,视伤口情况包扎伤口。

1.3 统计学方法 采用 Excel 2021 软件整理数据,采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。计数资料以例数(n)和构成比(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法,以双侧 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 血源性职业暴露时间趋势 2018—2023 年某三甲综合性教学医院医务人员共报告血源性职业暴露 330 例,血源性职业暴露发生率在 1.63%~2.06%之间,年均发生率为 1.91%。不同年份职业暴露发生率进行比较,差异无统计学意义($\chi^2 = 1.631$, $P = 0.897$),见图 1。按月份统计分析,结果显示 7~9 月为高发月份,其中 9 月发生例数最多,为 40 例,见图 2。

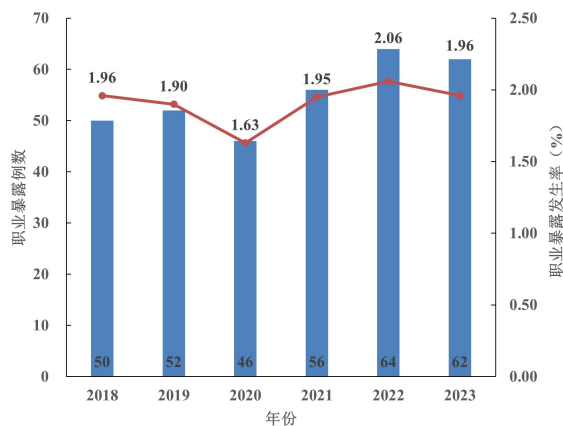


图 1 医务人员血源性职业暴露发生率变化趋势

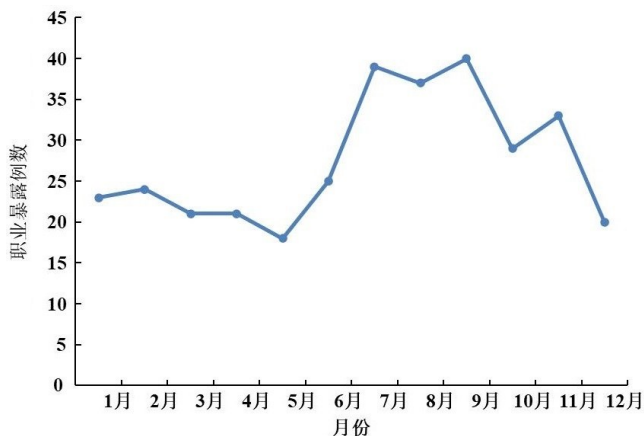


图 2 医务人员血源性职业暴露月份分布

2.2 血源性职业暴露人群分布 330 例血源性职业暴露人群分布,见表 1。

表 1 医务人员血源性职业暴露人群分布

项目	例数	构成比
性别		
女	221	66.97
男	109	33.03
职业类别		
实习进修和规培人员	201	60.91
医生	55	16.66
护士	45	13.64
工勤人员	24	7.27
医技人员	5	1.52
年龄/岁		
≤25	197	59.70
>25~30	64	19.39
>30~40	29	8.79
>40	40	12.12
工作年限/年		
≤1	245	74.24
>1~5	40	12.12
>5~10	16	4.85
>10	29	8.79
所属科室		
内科	125	37.88
外科	118	35.76
门急诊	7	2.12
手术室	44	13.33
物业后勤	24	7.27
其他	12	3.64

2.3 血源性职业暴露特征 医务人员发生血源性职业暴露特征,见表 2。

2.4 不同职业类别医务人员血源性职业暴露情况 相比其他人员,医技人员发生皮肤黏膜暴露的占比更高,差异有统计学意义($P < 0.05$)。不同职业类别暴露环节和场所间,差异有统计学意义(P 均 < 0.05)。在不同职业类别暴露源中,除工勤人员以不明病原体为主外,其余各类别医务人员均以 HBV 为主,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

2.5 血源性职业暴露后应急处理及追踪监测 330 例血源性职业暴露后应急处理,见表 4。对 330 例医务人员追踪随访,均未发生血源性感染疾病。

表 2 医务人员血源性职业暴露特征

项目	例数	构成比
暴露方式		
锐器伤	298	90.30
头皮针	117	35.45
注射器针头	82	24.85
缝合针	35	10.61
外科器械	26	7.88
套管针	14	4.24
采血针	8	2.42
其他锐器	16	4.85
皮肤黏膜暴露	32	9.70
暴露部位		
手部	297	90.00
眼	17	5.15
手臂	6	1.82
其他部位	10	3.03
暴露环节		
拔针	79	23.94
处理锐器	60	18.18
手术	36	10.91
穿刺注射	26	7.88
采血	23	6.97
回套针帽	23	6.97
被不当放置锐器刺伤	22	6.67
传递锐器	18	5.45
其他环节	43	13.03
暴露场所		
病房内	184	55.76
手术室	89	26.97
监护室	17	5.15
病房外(治疗室/处置室等)	14	4.24
门急诊诊室	11	3.33
其他地点	15	4.55
暴露原因		
个人操作不慎	213	64.55
违规操作导致	45	13.64
意外或紧急情况	40	12.12
他人操作不当导致	28	8.48
未采取正确个人防护	4	1.21
暴露源		
有血源性传播病原体	288	87.27
HBV	186	56.36
梅毒螺旋体	54	16.36
HCV	22	6.67
HIV	10	3.03
HBV+梅毒螺旋体	10	3.03
HBV+HCV	1	0.30
HBV+HIV	1	0.30
HCV+梅毒螺旋体	1	0.30
HIV+梅毒螺旋体	1	0.30
HBV+HIV+梅毒螺旋体	2	0.61
无病原体	14	4.24
不明病原体	28	8.49

表 3 不同职业类别医务人员血源性职业暴露分析

项目	医生	护士	实习进修 和规培人员	医技人员	工勤人员	χ^2	<i>P</i>
暴露方式						14.703	0.003
锐器伤	47(85.45)	39(86.67)	186(92.54)	2(40.00)	24(100.00)		
皮肤黏膜暴露	8(14.55)	6(13.33)	15(7.46)	3(60.00)	0(0.00)		
暴露环节						165.773 ^a	<0.001
拔针	3(5.45)	9(20.00)	66(32.84)	1(20.00)	0(0.00)		
处理锐器	2(3.64)	13(28.89)	36(17.91)	1(20.00)	8(33.33)		
手术	19(34.55)	1(2.22)	16(7.96)	0(0.00)	0(0.00)		
穿刺注射	3(5.45)	5(11.11)	18(8.96)	0(0.00)	0(0.00)		
采血	6(10.91)	1(2.22)	16(7.96)	0(0.00)	0(0.00)		
回套针帽	3(5.45)	2(4.44)	18(8.96)	0(0.00)	0(0.00)		
被不当放置锐器刺伤	0(0.00)	1(2.22)	5(2.49)	0(0.00)	16(66.67)		
传递锐器	10(18.18)	0(0.00)	8(3.98)	0(0.00)	0(0.00)		
其他环节	9(16.36)	13(28.89)	18(8.96)	3(60.00)	0(0.00)		
暴露场所						126.826 ^a	<0.001
病房内	10(18.18)	30(66.67)	135(67.16)	0(0.00)	9(37.50)		
手术室	30(54.55)	3(6.67)	52(25.87)	1(20.00)	3(12.50)		
监护室	4(7.27)	5(11.11)	8(3.98)	0(0.00)	0(0.00)		
病房外(治疗室/处置室等)	1(1.82)	4(8.89)	3(1.49)	0(0.00)	6(25.00)		
门急诊诊室	5(9.09)	2(4.44)	3(1.49)	0(0.00)	1(4.17)		
其他地点	5(9.09)	1(2.22)	0(0.00)	4(80.00)	5(20.83)		
暴露源						90.471 ^a	<0.001
HBV	28(50.91)	22(48.89)	127(63.18)	4(80.00)	5(20.83)		
HCV	4(7.27)	7(15.56)	10(4.98)	0(0.00)	1(4.17)		
梅毒螺旋体	10(18.18)	8(17.78)	36(17.91)	0(0.00)	0(0.00)		
HIV	4(7.27)	1(2.22)	4(1.99)	1(20.00)	0(0.00)		
无病原体	3(5.45)	2(4.44)	9(4.48)	0(0.00)	0(0.00)		
不明病原体	2(3.64)	1(2.22)	7(3.48)	0(0.00)	18(75.00)		
混合感染	4(7.27)	4(8.89)	8(3.98)	0(0.00)	0(0.00)		

注:表内计数资料数据用[*n*(%)]表示;a表示使用 Fisher 确切概率法。

表 4 血源性病原体职业暴露后预防用药情况

血源性传播病原体	发生 例数	预防用 药例数	用药 率/%
HBV	186	177	95.16
梅毒螺旋体	54	54	100.00
HCV	22	0	0.00
HIV	10	4	40.00
HBV+梅毒螺旋体	10	10	100.00
HBV+HCV	1	1	100.00
HBV+HIV	1	1	100.00
HCV+梅毒螺旋体	1	1	100.00
HIV+梅毒螺旋体	1	1	100.00
HBV+HIV+梅毒螺旋体	2	2	100.00
合计	288	251	87.15

3 讨论

本研究结果显示,2018—2023 年某三甲综合性教学医院医务人员血源性职业暴露发生率在 1.63%~2.06%之间,年均发生率为 1.91%,低于既往国内三级甲等综合医院的医务人员(3.37%~4.67%)^[4]。可能与医院重视医务人员职业暴露预防与监测工作有关,医院安排院感专职人员负责职业防护工作,职业暴露上报流程日趋完善,定期开展各级各类人员职业防

护宣教培训,每季度对职业暴露数据分析反馈。血源性职业暴露主要发生于 7~9 月份,与国内相关研究^[3,5]结果类似,其原因可能与新入职职工及实习进修和规培人员在此段进入医院工作岗位有关。研究显示^[6],刚进入医院时带教老师较注重临床操作技能教学,对职业暴露和职业防护知识讲解偏少,使实习早期成为实习生发生血源性职业暴露的高发时期。

内科与外科医务人员发生血源性职业暴露较多,不同职业类别的血源性职业暴露各有特点,发生血源性职业暴露的主要人群为实习进修和规培人员,国内外其他研究^[7-9]也表明实习进修和规培人员是医务人员中发生血源性职业暴露最高的群体。工作年限≤1 年者占 74.24%,提示低年资医务人员及实习进修和规培人员是发生职业暴露的高危人群。主要原因可能是这些医务人员刚参加工作不久,对工作环境 and 设备不熟悉,自我防护意识不足,各种诊疗操作欠规范且熟练程度较低,在日常工作中标准预防落实到位等原因导致发生血源性职业暴露的风险较高^[10-11],也可能与教学医院接收较多实习进修和规培人员有关^[12]。因此,今后应重点加强对实习进修和规培人员及低年

资医务人员的岗前和在职职业防护培训。

本研究结果显示,职业暴露方式中以锐器伤为主,手部为主要暴露部位,与国内外相关研究^[13-16]结果一致。与其他人员比较,医技人员发生皮肤黏膜暴露的占比更高,可能是医技人员在从事易发生血液体液飞溅操作时风险预判不足,尤其是近距离为患者操作时,未佩戴面部防护用品,从而增加了皮肤黏膜暴露的风险。导致锐器伤的医疗器具以头皮针、注射器针头、采血针和缝合针为主,引起锐器伤的操作主要为拔针、处理锐器和手术。不同职业类别暴露环节和场所间有显著性差异,医生发生血源性职业暴露的最主要环节是手术,手术室则是医生主要的暴露场所;护士最主要的暴露环节则为处理锐器时,病房内则是护士常见的暴露场所,与国内外研究^[17-18]结果一致。其原因为医生在手术过程中若存在相互配合欠协调、未建立固定的中立区和徒手传递器械等情况,极易造成锐器伤;而护士在处理锐器、拔针等操作时,若违反标准操作规程或自身防护不到位,则极易损伤手部。有研究^[14]发现,工作负担重导致的疲惫、快速完成任务的需要、不适当处理锐器,以及执行外科手术时长时间站立造成的情绪紧张等是手术过程中锐器伤的促发因素。被不当放置锐器刺伤是工勤人员发生血源性职业暴露的最主要环节,在这一过程中锐器伤发生的风险取决于所使用锐器的数量,以及锐器最初使用者的错误处置行为^[19]。由于该教学医院的工勤人员均来自第三方公司,人员更换频繁在所难免,因此需实施严格的控制措施,妥善处理锐器。

本次监测的 330 例血源性职业暴露,已知血源性传播病原体主要以 HBV 为主,其次为梅毒螺旋体,与国内其他研究^[20-22]结果一致。这与我国人群 HBV 感染率处于较高水平有关。本研究还发现工勤人员发生的职业暴露以不明病原体为主,常因整理感染性废物时被混在里面的锐器刺伤,暴露源情况难以追踪,暴露风险易被低估,今后职业暴露管理工作中应给予重点关注。职业暴露发生原因中,暴露者个人操作不慎占 64.55%,与梁静等^[5]研究结果一致。同时值得注意的是因违规操作造成暴露的占 13.64%,提示严格执行规范操作流程的重要性,加强职业防护知识及技能培训是减少血源性职业暴露的有效途径^[23]。职业暴露发生后,规范局部应急处理、及时上报、预防性用药和定期追踪复查对于预防感染血源性疾病至关重要,每个环节的疏忽或落实不规范都可能增加感染的风险。330 例血源性职业暴露完整应急处理率为 95.16%,略高于梁静等^[5]报道(89.27%),这可能与三级综合性教学医院的综合培训有关。暴露后预防用药率为 87.15%,高于张燕华等^[24]研究结果(70.67%),

主要因为医院为了保障医务人员身心安全,鼓励发生职业暴露后医务人员积极进行预防用药,检测费用、药品费用和治疗费用均免费。

综上所述,该教学医院上报的血源性职业暴露以实习进修和规培人员为主,HBV 是最常见的血源性病原体,不同职业类别医务人员暴露方式、暴露环节、暴露场所和暴露源有显著性差异,所有暴露者均未发生血源性感染疾病。此外,本研究还存在一些不足之处,例如单中心回顾性研究,基于医务人员的主动上报,推广性有限。因此在今后的相关研究中,需开展多中心区域性研究监测职业暴露的重点人群、重点环节等薄弱环节,探索影响医务人员上报依从性的相关因素,进一步完善医务人员职业暴露监测预警防护体系建设,减少血源性职业暴露的发生。

参考文献:

- [1] 梁子东,郑光军,郭小铭,等.某三甲妇幼保健院血源性病原体职业暴露特点与随访研究[J].中国感染控制杂志,2022,21(12):1236-1242.
- [2] 程涛,韩天勇,刘伯夫,等.医务工作者职业暴露后心理应激状况的调查分析及预防措施[J].西部医学,2023,35(1):107-110,120.
- [3] 吕建峰,贾丽燕,王清秀,等.2014—2020年某三甲医院医务人员血源性职业暴露特点及防控费用[J].中华医院感染学杂志,2022,32(8):1243-1247.
- [4] 聂世姣,缪群,王淑颖,等.2010—2022年某三甲综合医院医务人员血源性职业暴露监测结果[J].预防医学,2023,35(11):997-1000.
- [5] 梁静,尹运冬,孙一楠,等.某三级儿童医院10年医务人员血源性职业暴露资料分析[J].中国感染控制杂志,2023,22(11):1291-1297.
- [6] 刘安云,沈茹,戴望,等.某三甲教学医院实习护士血源性职业暴露与安全防护策略探讨[J].安徽预防医学杂志,2022,28(3):257-260.
- [7] JI Y Y, HUANG J B, JIANG G G, et al. Investigation of the occupational exposure to blood-borne pathogens of staff at a third-class specialist hospital in 2015-2018: a retrospective study[J]. Sci Rep, 2022, 12(1):1498.
- [8] SAKR C J, ALAMEDDINE R, HOTEIT R, et al. Occupational exposure to blood-borne pathogens among health-care workers in a tertiary care center in lebanon[J]. Ann Work Expo Health, 2021, 65(4):475-484.
- [9] 吉园依,肖大雷,江国幅,等.2015—2018年成都市某三级甲等专科医院工作人员锐器伤发生状况调查[J].职业与健康,2020,36(15):2136-2139.
- [10] 苏丽嫒,杨坚.医护实习生职业暴露及防护的认知情况调查与分析[J].华南预防医学,2022,48(12):1544-1547.
- [11] FADIL R A, ABDELMUTALAB N A, ABDELHAFEEZ

- S A, et al. Pattern and risk factors of sharp object injuries among health care workers in two tertiary hospitals, Al Taif-Kingdom of Saudi Arabia 2016-2018[J]. Saudi J Biol Sci, 2021, 28(11): 6582-6585.
- [12] 王妍潼, 乔甫, 黄文治, 等. 2011 年—2014 年某大型综合性教学医院工作人员锐器伤情况分析[J]. 华西医学, 2017, 32(3): 348-351.
- [13] 栗昊, 张锦, 郭继强, 等. 某医院医务人员血源性职业暴露影响因素分析[J]. 护理研究, 2022, 36(3): 495-500.
- [14] MOHAMUD RYH, MOHAMED N A, DOĞAN A, et al. Needlestick and sharps injuries among healthcare workers at a tertiary care hospital: a retrospective single-center study[J]. Risk Manag Healthc Policy, 2023, 16: 2281-2289.
- [15] 李好, 吴超贤, 杨平平. 医务人员血源性职业暴露的风险因素分析与干预[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2022, 40(1): 53-56.
- [16] FENG H L, MAO X, LI M Q, et al. Analysis of characteristic and postexposure practices of occupational blood and body fluid exposures among health care workers in Chinese tertiary hospitals: a retrospective ten-year study [J]. BMC Infect Dis, 2024, 24(1): 256.
- [17] 朱田田, 张晓霞, 李娟, 等. 医务人员血源性职业暴露及防控情况调查[J]. 中国消毒学杂志, 2023, 40(12): 949-951.
- [18] DULON M, LISIAK B, WENDELER D, et al. Causes of needlestick injuries in three healthcare settings: analysis of accident notifications registered six months after the implementation of EU Directive 2010/32/EU in Germany[J]. J Hosp Infect, 2017, 95(3): 306-311.
- [19] BIANCO V, SPERA A M, MARAOLO A E, et al. Risk of professional accidental exposure to biological agents in health care workers: a retrospective analysis carried out in a southern Italian tertiary hospital [J]. Infez Med, 2019, 27(1): 40-45.
- [20] 张海燕, 王洁, 尚静, 等. 医护人员血源性传播疾病职业暴露现状分析[J]. 第二军医大学学报, 2021, 42(11): 1330-1333.
- [21] 王恬, 林宇坤, 岑艺穗, 等. 2013—2022 年广州市某综合医院 653 例医务人员锐器伤发生趋势及特征分析[J]. 伤害医学(电子版), 2023, 12(04): 24-29.
- [22] 陈建伟, 潘磊, 姜雪锦, 等. 2018—2021 年山东省某综合医院血源性职业暴露状况[J]. 中华医院感染学杂志, 2023, 33(14): 2190-2194.
- [23] 周娇, 崔雅清, 刘清元, 等. 西安地区三级医疗机构医护人员血源性职业暴露特征分析[J]. 华南预防医学, 2024, 50(1): 53-56.
- [24] 张燕华, 白嘉伟, 周英顺. 西南地区某医院 2015—2019 年血源性病原体职业暴露特点[J]. 中国感染控制杂志, 2020, 19(12): 1054-1058.

收稿日期: 2024-09-05; 修回日期: 2024-10-28

(本文编辑 钟琳)

(上接第 117 页)

- [17] CHEN T M, XIAO Q, WANG X J, et al. miR-16 regulates proliferation and invasion of lung cancer cells via the ERK/MAPK signaling pathway by targeted inhibition of MAPK kinase 1 (MEK1) [J]. J Int Med Res, 2019, 47(10): 5194-5204.
- [18] SHI D B, MA R R, ZHANG H, et al. GAGE7B promotes tumor metastasis and growth via activating the p38 δ /pMAPKAPK2/pHSP27 pathway in gastric cancer [J]. J Exp Clin Cancer Res, 2019, 38(1): 124.
- [19] KIM C G, LEE H, GUPTA N, et al. Role of Forkhead Box Class O proteins in cancer progression and metastasis[J]. Semin Cancer Biol, 2018, 50: 142-151.
- [20] ZHAO M N, CHEN Z C, ZHENG Y S, et al. Identification of cancer stem cell-related biomarkers in lung adenocarcinoma by stemness index and weighted correlation network analysis[J]. J Cancer Res Clin Oncol, 2020, 146(6): 1463-1472.
- [21] CHOI J E, CHUNG W H. Functional interplay between the oxidative stress response and DNA damage checkpoint signaling for genome maintenance in aerobic organisms[J]. J Microbiol, 2020, 58(2): 81-91.
- [22] ANAND S K, SHARMA A, SINGH N, et al. Entrenching role of cell cycle checkpoints and autophagy for maintenance of genomic integrity[J]. DNA Repair (Amst), 2020, 86: 102748.
- [23] RONCO C, MARTIN A R, DEMANGE L. ATM, ATR, CHK1, CHK2 and WEE1 inhibitors in cancer and cancer stem cells[J]. Medchemcomm, 2016, 8(2): 295-319.

收稿日期: 2024-08-22; 修回日期: 2024-09-30

(本文编辑 钟琳)