

2015—2019 年北京市食源性致泻大肠埃希氏菌感染病例流行特征分析

王超^{1,2}, 王同瑜^{1,2}, 姜金茹^{1,2}, 吴阳博^{1,2}, 牛彦麟^{1,2}, 赵耀^{1,2}, 马晓晨^{1,2}

1. 北京市疾病预防控制中心, 北京 100013; 2. 北京市预防医学研究中心, 北京 100013

摘要: **目的** 分析 2015—2019 年北京市食源性致泻大肠埃希氏菌 (diarrheagenic *Escherichia coli*, DEC) 感染病例的流行病学特征和发病规律, 为制定相应的防控策略与措施提供科学依据。 **方法** 收集 2015—2019 年北京市 36 家食源性疾病主动监测医院腹泻病例的粪便或肛拭子标本及其个人信息, 采用 χ^2 检验对率或构成比进行比较。 **结果** 共收集 27 619 份病例标本, 其中有 2 485 份为 DEC 阳性病例, 检出率为 9.00%, 不同分型中肠产毒性大肠埃希菌检出率最高, 为 3.10%, 其次为肠聚集性大肠埃希菌, 检出率为 3.02%。不同年龄组 DEC 检出率差异有统计学意义 ($\chi^2 = 32.923, P < 0.001$), 20~39 岁年龄组 DEC 检出率最高, 为 9.81%, 40~59 岁年龄组感染肠产毒性大肠埃希菌高于其他年龄组, 0~5 岁年龄组肠致病性大肠埃希菌的检出率最高。时间分布上, 第三季度为高发期, 不同季度间 DEC 检出率差异有统计学意义 ($\chi^2 = 606.032, P < 0.001$)。空间分布上, 远郊的 DEC 检出率最高, 且城区、近郊和远郊的 DEC 检出率差异有统计学意义 ($\chi^2 = 28.034, P < 0.001$), 肠产毒性大肠埃希菌的检出主要分布在城区和近郊, 肠聚集性大肠埃希菌主要分布在远郊。 **结论** 2015—2019 年北京市食源性 DEC 的检出率呈逐年上升趋势, 应在夏秋高发季节针对重点人群积极开展防控工作。 **关键词:** 食源性疾病; 主动监测; 致泻大肠埃希氏菌; 流行病学

中图分类号: R155.3 文献标识码: A 文章编号: 1006-3110(2022)06-0689-04 DOI: 10.3969/j.issn.1006-3110.2022.06.010

Epidemic characteristics of cases of food-borne diarrheagenic *Escherichia coli* infection in Beijing, 2015–2019

WANG Chao^{1,2}, WANG Tong-yu^{1,2}, JIANG Jin-ru^{1,2}, WU Yang-bo^{1,2}, NIU Yan-lin^{1,2}, ZHAO Yao^{1,2}, MA Xiao-chen^{1,2}

1. Beijing Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100013, China;

2. Beijing Research Center for Preventive Medicine, Beijing 100013, China

Corresponding author: MA Xiao-chen, E-mail: xiaoch-ma@126.com

Abstract: **Objective** To analyze the epidemiological characteristics and incidence regularity of cases of food-borne diarrheagenic *Escherichia coli* (DEC) infection in Beijing from 2015 to 2019, and to provide a scientific basis for development of corresponding prevention and control strategies and measures. **Methods** We collected stool or anal swab samples and epidemiological information of diarrhea patients in 36 active surveillance hospitals of food-borne diseases in Beijing from 2015 to 2019. Chi-square test was used to compare the rates or proportions. **Results** A total of 27,619 samples were collected, of which 2,485 were positive for DEC, with the detection rate of 9.00%. The detection rate of enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC) was the highest (3.10%), followed by enteroaggregative *Escherichia coli* (EAEC) (3.02%). There was a statistically significant difference in the detection rate of DEC among different age groups ($\chi^2 = 32.923, P < 0.001$). The detection rate of DEC was found to be the highest in the group aged 20–39 years (9.81%). The infection rate of ETEC in the group aged 40–59 years was higher than those in other age groups, and the detection rate of enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC) was the highest in the group aged 0–5 years. Temporal distribution displayed that the third quarter was the peak period, and the difference in the detection rate of DEC among different quarters was statistically significant ($\chi^2 = 606.032, P < 0.001$). Spatial distribution revealed that the detection rate of DEC in exurbs was found to be the highest, with statistically significant differences among urban areas, suburbs and exurbs ($\chi^2 = 28.034, P < 0.001$). ETEC detected was mainly distributed in urban areas and suburbs, whereas EAEC detected was mainly distributed in exurbs. **Conclusion** The detection rate of food-borne DEC in Beijing from 2015 to 2019 showed an upward trend year by year. Prevention and control work should be actively carried out among key groups in summer and autumn with high incidence.

Keywords: food-borne disease; active surveillance; diarrheagenic *Escherichia coli*; epidemiology

基金项目: 冬奥会食品有害因子风险分析、预测模型及预案研究 (2020YFF0305001); 北京市疾病预防控制中心、北京市预防医学研究中心科研培育专项 (No. 2020-BJYJ-10)

作者简介: 王超 (1988-), 女, 北京人, 硕士, 主管医师, 研究方向: 食源性疾病监测。

通信作者: 马晓晨, E-mail: xiaoch-ma@126.com。

致泻大肠埃希氏菌(*diarrheagenic Escherichia coli*, DEC)是可引起人感染性腹泻的常见致病菌之一,DEC 的感染常导致婴幼儿和成人发生急/慢性腹泻^[1],严重者可并发溶血性尿毒综合征(*hemolytic uremic syndrome*, HUS)。根据其致病机制可分为肠致病性大肠埃希菌(*enteropathogenic Escherichia coli*, EPEC)、肠侵袭性大肠埃希菌(*enteroinvasive Escherichia coli*, EIEC)、肠聚集性大肠埃希菌(*enteroaggregative Escherichia coli*, EAEC)、肠产毒性大肠埃希菌(*enterotoxigenic Escherichia coli*, ETEC)和肠出血性大肠埃希菌(*enterohemorrhagic Escherichia coli*, EHEC)^[2]。在北美洲,导致暴发的主要 DEC 分型是 EHEC(O157:H7),该型被认为是引起 90% 以上腹泻相关 HUS 病例的病原体。2011 年,德国发生 EHEC(O104:H4)的暴发,造成 14 人死亡,可见 DEC 感染的防控仍是全球公共卫生不可忽视的问题之一^[3-4]。本研究通过分析 2015—2019 年北京市 36 家食源性疾病主动监测哨点医院 DEC 的检出情况,了解北京市食源性 DEC 感染的流行特征和致病型别分布,对食源性 DEC 暴发事件的早发现、早识别具有重要的预警与防控意义。

1 资料与方法

1.1 资料来源 国家食源性疾病监测系统中 2015—2019 年北京市 36 家开展主动监测的哨点医院报告的食源性疾病监测病例。

1.2 病例定义 食源性疾病监测病例指主诉由食品或怀疑由食品引起的,以腹泻为主要症状的病例,即每日排便 3 次及以上,且粪便性状异常(稀便、水样便、粘液便或脓血便等)者。符合食源性疾病监测病例定义且标本经 DEC 核酸检测为阳性的病例即为 DEC 感染病例。

1.3 方法

1.3.1 监测方法 食源性疾病主动监测报告系统在北京市 16 个区选取有代表性的 36 家医院作为哨点医院,每区至少有 2 家哨点医院,覆盖全市 200 多万人。哨点医院负责对符合监测病例定义的病人进行新鲜粪便标本或肛拭子标本及个人基本信息的采集,并录入食源性疾病监测报告系统,向区级疾病预防控制中心(简称疾控中心)上报,由区级疾控中心完成 DEC 的检测,并将结果逐级上报。

1.3.2 实验室检测方法 参照 2015—2019 年《国家食源性致病因子监测工作手册》^[5]进行分离培养鉴定,初筛将标本在 MAC 平板划线,培养 18~24 h,初筛阳性的标本,挑取 5 个可疑 DEC 菌落,进行生化实验

(MViC)鉴定后,再进行 PCR 鉴定。

1.3.3 质量控制 北京市疾控中心组织召开食源性疾病监测调查培训,建立网络报告逐级审核制度,发放统一工作手册;深入开展哨点医院的院内培训,统一监测病例定义;临床标本由本辖区疾控中心实验室进行初筛,检测阳性的 DEC 样本由北京市疾控中心实验室进行复核检测。

1.4 统计学分析 利用 WPS office 2016 软件建立数据库,利用 SPSS 21.0 软件对数据进行描述性分析,应用 χ^2 检验对不同组间阳性检出率进行比较, $P<0.05$ 为差异有统计学意义,用 ArcGIS 10.0 软件绘制 DEC 检出情况地图,以进行空间可视化。

2 结果

2.1 基本情况 2015—2019 年北京市食源性疾病主动监测共采集 27 619 例腹泻病例的粪便或肛拭子标本进行检测,其中 2 485 例标本检测为 DEC 阳性,检出率为 9.00%,其中 ETEC、EAEC、EPEC、EIEC、EHEC 以及混合感染阳性病例分别为 855、835、718、32、12、33 例,检出率分别为 3.10%、3.02%、2.60%、0.12%、0.04%、0.12%。混合感染病例中,包括 ETEC 和 EAEC 混合感染 12 例,ETEC 和 EPEC 混合感染 10 例, EPEC 和 EAEC 混合感染 9 例,EHEC 和 EAEC 混合感染 1 例,EPEC 和 EHEC 混合感染 1 例,其阳性检出率分别为 0.04%、0.04%、0.03%、0.01%、0.01%。

2.2 人群分布特征 DEC 感染病例中,男性 1 350 例,女性 1 135 例,男性病例检出率为 9.10%,女性病例检出率为 8.87%,差异无统计学意义($\chi^2=0.437, P=0.508$)。DEC 感染者中,年龄最小为 112 d,最大为 91 岁,20~39 岁年龄组 DEC 检出率最高,为 9.81%,总体差异有统计学意义($\chi^2=32.923, P<0.001$),见表 1。

表 1 2015—2019 年北京市食源性 DEC 感染人群分布					
人口学特征	DEC 检测数	DEC 阳性数	DEC 检出率(%)	χ^2 值	P 值
性别				0.437	0.508
男	14 830	1 350	9.10		
女	12 789	1 135	8.87		
年龄(岁)				32.923	<0.001
0~	2 842	200	7.04		
6~	2 009	157	7.81		
20~	11 874	1 165	9.81		
40~	6 075	574	9.45		
≥60	4 819	389	8.07		

不同性别感染 ETEC、EAEC、EPEC、EIEC 和 EHEC 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。不同年龄

组感染 ETEC 和 EPEC 总体差异有统计学意义 ($\chi^2 = 93.745, P < 0.001$; $\chi^2 = 16.021, P = 0.003$), 40~59 岁年龄组感染 ETEC 显著高于其他年龄组, 0~5 岁年龄组 EPEC 的阳性检出率最高, 见表 2。

表 2 2015—2019 年北京市食源性 DEC 不同分型感染人群分布 (n, %)

特征	ETEC 检出数	χ^2 值	P 值	EAEC 检出数	χ^2 值	P 值	EPEC 检出数	χ^2 值	P 值	EIEC 检出数	χ^2 值	P 值	EHEC 检出数	χ^2 值	P 值
性别		0.117	0.732		0.066	0.797		1.376	0.241		3.379	0.066		0.812	0.367
男	464(3.13)			452(3.05)			401(2.70)			12(0.08)			8(0.05)		
女	391(3.06)			383(3.00)			317(2.48)			20(0.16)			4(0.03)		
年龄(岁)		93.745	<0.001		5.631	0.228		16.021	0.003		1.353	0.852		8.696	0.069
0~	11(0.39)			80(2.81)			98(3.45)			2(0.07)			4(0.14)		
6~	43(2.14)			59(2.94)			51(2.54)			3(0.15)			1(0.05)		
20~	421(3.55)			390(3.28)			325(2.74)			13(0.11)			2(0.02)		
40~	231(3.80)			178(2.93)			146(2.43)			9(0.15)			2(0.03)		
≥60	149(3.09)			128(2.66)			98(2.03)			5(0.10)			3(0.06)		

2.3 时间分布特征 2015—2019 年北京市食源性 DEC 的检出率呈逐年上升趋势, 2019 年检出率最高为 10.38%, 不同年份间 DEC 检出率总体差异有统计学意义 ($\chi^2 = 41.489, P < 0.001$)。不同季度中, 第三季度检出率最高, 为 13.67%, 第一季度检出率最低, 仅为 2.09%, 不同季度 DEC 检出率总体差异有统计学意义 ($\chi^2 = 606.032, P < 0.001$)。DEC 的感染全年均有发生, 6—8 月为检出高峰, 7 月检出率最高 (17.76%), 其中 EPEC 和 EAEC 全年各月均有检出, 高峰月分别为 6 月和 7 月。ETEC 除 3 月外, 其余各月均有检出, 以 7 月检出率最高; EIEC 全年检出率不高, 但除 2、11、12 月无检出外, 其余各月均有检出; EHEC 全年有 6 个月检出, 分别是 1、5、6、7、8 月和 10 月。从分型上看, EAEC 构成比逐年增高, EPEC 和 ETEC 构成比逐年降低, EIEC 虽然每年均有检出, 但构成比也呈降低趋势, EHEC 仅在 2015、2017 和 2019 年有检出, 但构成比均较低, 见表 3、图 1、图 2。

表 3 2015—2019 年北京市食源性 DEC 感染时间分布

时间	DEC 检测数	DEC 阳性数	DEC 检出率 (%)	χ^2 值	P 值
年份				41.489	<0.001
2015	5 515	408	7.40		
2016	5 519	450	8.15		
2017	5 512	500	9.07		
2018	5 428	541	9.97		
2019	5 645	586	10.38		
季度				606.032	<0.001
第一季度	3 015	63	2.09		
第二季度	9 491	850	8.96		
第三季度	10 074	1 377	13.67		
第四季度	5 039	195	3.87		

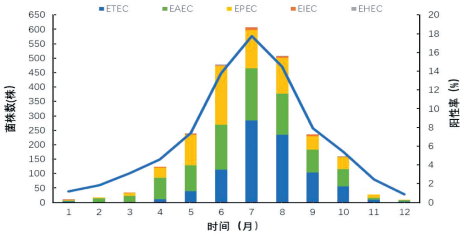


图 1 2015—2019 年北京市食源性 DEC 不同分型感染月份分布

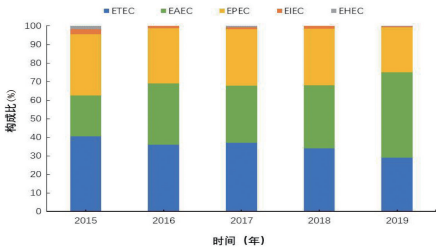
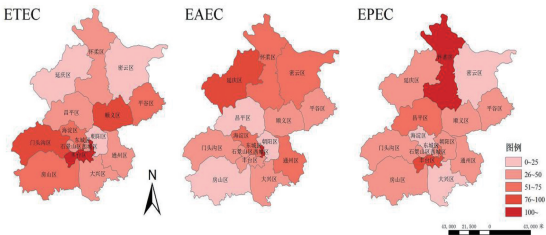


图 2 2015—2019 年北京市食源性 DEC 不同分型构成年份分布

2.4 地区分布特征 按病例来源地区的不同, 将病例来源分为城区、近郊和远郊 (东城区、西城区、朝阳区、海淀区、丰台区、石景山区为城区; 通州区、大兴区、顺义区、昌平区、房山区、门头沟区为近郊; 密云区、怀柔区、平谷区、延庆区为远郊), 其中, 城区和远郊的 DEC 检出率高于近郊, 远郊的 DEC 检出率最高, 为 9.91%, 不同地区 DEC 检出率差异有统计学意义 ($\chi^2 = 28.034, P < 0.001$), ETEC 的检出主要分布在城区和近郊, EAEC 主要分布在远郊, 见图 3。



注: EIEC 和 EHEC 检出较少, 故不做空间分布展示。

图 3 2015—2019 年北京市食源性 DEC 不同分型地区分布

3 讨论

DEC 是引起感染性腹泻等食源性疾病的常见致病菌之一,他的感染可以散发,也可引起暴发^[6]。本研究通过分析 2015—2019 年北京市食源性 DEC 感染的流行病学特征,发现北京市 DEC 的检出中,ETEC 检出率最高,其次为 EAEC,不同型别 DEC 感染具有年龄、时间和地区的分布特征。

本研究与既往研究所报道的北京市肠道门诊腹泻病人感染以 EPEC 和 ETEC 为主有所不同^[7],在一定程度上反应出北京市食源性疾病感染 DEC 型别不同的特点;另一方面也提示,DEC 的感染型别可能随时间而发生变化,相关部门应定期、及时分析食源性 DEC 感染病例不同致病型别的分布特征,以根据不同时间段的流行趋势不断完善防控策略。此外,本研究与河南(EAEC 占比最高)^[8]、山西(以 EPEC 为主)^[9]、江苏(EAEC 检出最多)^[10]报道的食源性疾病 DEC 的感染型别构成也有一定差别,提示由于气候、地理位置和饮食习惯等不同,可能会影响不同地区 DEC 感染分型的不同。DEC 感染病例中,不同性别之间差异无统计学意义,与杨丽等^[11]研究结果一致,说明性别间对于 DEC 普遍易感。20~39 岁年龄组 DEC 检出率最高,为 9.81%,且差异有统计学意义,与刘文娟等^[12]研究结果一致,这与青中年人群社交活动频繁,在外就餐机会多,接触高危食品的风险高有一定的关系。不同年龄组感染 ETEC 和 EPEC 差异有统计学意义,40~59 岁年龄组感染 ETEC 高于其他年龄组,与李迎慧等^[13]研究结果一致,0~5 岁年龄组 EPEC 的阳性检出率最高,与 Natarajan 等^[14]研究结果一致,提示婴幼儿腹泻及成人 DEC 的感染是防控需要关注的重点。2015—2019 年北京市食源性 DEC 的检出率呈逐年上升趋势,且以第三季度检出率最高,这与刘文娟等^[12]研究结果一致,与 DEC 的病原学特征相一致,每年夏秋季由于气温高、雨水增多,微生物易滋生繁殖,因此是 DEC 感染防控的重点时节。不同地区间 DEC 检出率差异有统计学意义,远郊的 DEC 检出率最高,这与田祎等^[15]研究结果一致,可能是由于远郊社会发展水平、卫生条件、居民自我防护意识等与城区有一定差距,因此,建议监管部门应从生产、加工、储存、运输等环节对远郊地区加强卫生监督,进一步规范餐饮服务单位的环境卫生。

综上所述,2015—2019 年北京市食源性 DEC 的检出率呈逐年上升趋势,夏秋季为高发时节,20~39 岁年龄组为易感人群,远郊为高发地区,提示相关部门应进

一步完善监测流程,加强卫生监督,尤其是在高发时节加强对高发地区易感人群的监测力度,同时积极开展对重点地区与人群的健康教育^[16],提高其自我防护意识,保障首都食品卫生安全。

致谢 感谢东城、西城、朝阳、海淀、石景山、丰台、昌平、通州、顺义、怀柔、大兴、密云、延庆、房山、平谷、门头沟 16 个区疾病预防控制中心的工作人员在食源性疾病病例调查、样本收集及检测等方面所做出的工作和努力

参考文献

- [1] Patzi-Vargas S, Zaidi MB, Perez-Martinez I, et al. Diarrheagenic *Escherichia coli* carrying supplementary virulence genes are an important cause of moderate to severe diarrhoeal disease in Mexico [J]. PLoS Negl Trop Dis, 2015, 9(3): e0003510.
- [2] 国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准食品微生物学检验致泻大肠埃希氏菌检: GB 4789.6-2016[S]. 北京:中国标准出版社, 2016:1-15.
- [3] 王吉晓,马永忠,吴忠慧,等. 2015—2019 年海南省食源性疾病病例监测结果分析[J]. 现代预防医学, 2021, 48(5): 793-798.
- [4] 张子科,赖圣杰,余建兴,等. 我国 2012—2015 年门诊腹泻患者中致泻性大肠埃希菌流行特征分析[J]. 中华流行病学杂志, 2017, 38(40): 419-423.
- [5] 国家食品安全风险评估中心. 2017 年国家食源性疾病监测工作手册[Z]. 2017-01-20.
- [6] Fruth A, Prager R, Tietze E, et al. Molecular epidemiological view on Shiga toxin-producing *Escherichia coli* causing human disease in Germany: diversity, prevalence, and outbreaks [J]. Int J Med Microbiol, 2015, 305(7): 697-704.
- [7] 曲梅,张新,钱海坤,等. 北京地区腹泻病患者致泻性大肠埃希菌感染类型及其流行特征[J]. 中华流行病学杂志, 2014, 35(10): 1123-1126.
- [8] 邱正勇,张濛,吴玲玲,等. 2015—2017 年河南省食源性疾病致泻大肠埃希菌监测情况分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2019, 31(5): 445-447.
- [9] 郝瑞娥,姚素霞,张秋香,等. 山西省 2015—2016 年食源性疾病主动监测的病原学特征分析[J]. 中国人兽共患病学报, 2019, 35(9): 852-856.
- [10] 秦思,沈赞,马恺,等. 2018—2019 年江苏省食源性疾病中致泻大肠埃希氏菌流行特征及耐药性分析[J]. 现代预防医学, 2020, 47(21): 3884-3888.
- [11] 杨丽,刘铁诚,李健,等. 济南市哨点医院食源性致泻大肠埃希氏菌感染病例流行特征分析[J]. 现代预防医学, 2020, 47(4): 595-598.
- [12] 刘文娟,徐迎春,宋燕,等. 2014—2017 年烟台市腹泻病患者中致泻性大肠埃希菌的检测与病原特征分析[J]. 疾病监测, 2018, 33(8): 646-648.
- [13] 李迎慧,邱亚群,沈慧霞,等. 深圳市腹泻人群致泻性大肠埃希菌流行及病原特征研究[J]. 中华流行病学杂志, 2016, 37(1): 115-118.
- [14] Natarajan M, Kumar D, Mandal J, et al. A study of virulence and antimicrobial resistance pattern in diarrhoeagenic *Escherichia coli* isolated from diarrhoeal stool specimens from children and adults in a tertiary hospital, Puducherry, India [J]. J Health, Popul Nutr, 2018, 37(1): 17.
- [15] 田祎,钱海坤,吕冰,等. 2015—2018 年北京市肠道门诊成年人急性细菌性腹泻监测结果分析[J]. 疾病监测, 2020, 35(5): 411-415.
- [16] 卢欣荣,吕波,栾博,等. 2010—2019 年吉林省细菌性痢疾流行特征分析[J]. 实用预防医学, 2021, 28(4): 439-440.

收稿日期:2021-06-23