

· 新型冠状病毒肺炎疫情防控 ·

北京市新型冠状病毒肺炎病例密切接触者的流行病学特征及感染危险因素分析

张永强 窦相峰 郑茹 孙秀梅 李锡太 王全意 贺雄 孙鑫贵

北京市疾病预防控制中心/北京市预防医学研究中心 100013

通信作者:孙鑫贵, Email:sunxinguijb@163.com

【摘要】 目的 分析北京市新型冠状病毒肺炎(COVID-19)病例密切接触者流行病学特征及感染危险因素,为 COVID-19 防控策略的制定和控制措施的效果评价提供科学依据。**方法** 收集 2020 年 1 月 6 日至 2021 年 2 月 15 日北京市报告的 20 681 例密切接触者基本信息、暴露信息及转归信息,分析密切接触者的流行病学特征,采用多因素 logistic 回归模型分析其新型冠状病毒(新冠病毒)感染的危险因素。**结果** 北京市 COVID-19 病例密切接触者感染率为 2.16%(447/20 681);年龄 $M(P_{25}, P_{75})$ 为 35(27, 49)岁;以 20~59 岁人群为主(81.77%, 16 912/20 681);隔离观察方式主要为集中隔离(82.15%, 16 989/20 681);主要暴露类型占 43.96%(9 093/20 681),分别为同室工作/学习(16.06%, 3 322/20 681)、同乘交通工具(12.88%, 2 664/20 681)、诊疗/护理(7.80%, 1 612/20 681)和同住(7.23%, 1 495/20 681)。指示病例的职业分别有干部职员(19.34%, 3 999/20 681)、家务待业(17.34%, 3 586/20 681)、商业服务(13.85%, 2 864/20 681)、餐饮食品业(10.77%, 2 228/20 681),对应的密切接触者占 61.30%(12 677/20 681)。多因素 logistic 回归分析结果显示,相比于其他暴露类型,同餐($OR=3.96, 95\%CI: 2.30\sim 6.83$)、同住($OR=6.41, 95\%CI: 4.48\sim 9.17$)为新冠病毒感染的危险因素;相比于其他职业,指示病例的职业为餐饮食品业($OR=3.06, 95\%CI: 1.29\sim 7.25$)和教师($OR=4.94, 95\%CI: 1.43\sim 17.08$)为新冠病毒感染的危险因素。**结论** 同餐和同住是密切接触者感染新冠病毒的主要暴露类型;指示病例为餐饮食品业或教师职业者,其密切接触者感染新冠病毒的风险增加。应继续采取集中隔离、疫苗接种等 COVID-19 综合性防控措施。

【关键词】 新型冠状病毒肺炎; 密切接触者; 流行病学特征; 危险因素

Epidemiological characteristics of close contacts of COVID-19 cases and infection-related risk factors in Beijing

Zhang Yongqiang, Dou Xiangfeng, Zheng Ru, Sun Xiumei, Li Xitai, Wang Quanyi, He Xiong, Sun Xingui

Beijing Center for Disease Prevention and Control/Beijing Research Center for Preventive Medicine, Beijing 100013, China

Corresponding author: Sun Xingui, Email:sunxinguijb@163.com

【Abstract】 Objective To analyze the epidemiological characteristics of close contacts of COVID-19 cases and infection-related risk factors in Beijing and provide evidences for COVID-19 prevention and control. **Methods** A total of 20 681 close contacts of COVID-19 cases, who had exposures during January 6, 2020 to February 15, 2021, were traced in Beijing. The information about their demographic characteristics, exposure history, and quarantine outcomes were collected and analyzed with descriptive statistics. The logistic regression analysis was used to identify the risk factors for COVID-19. **Results** The infection rate SARS-CoV-2 in close contacts was 2.16% (447/

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20210419-00324

收稿日期 2021-04-19 本文编辑 斗智

引用本文:张永强,窦相峰,郑茹,等.北京市新型冠状病毒肺炎病例密切接触者的流行病学特征及感染危险因素分析[J].中华流行病学杂志,2021,42(10):1757-1762. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20210419-00324.



20 681)。The age $M(P_{25}, P_{75})$ was 35 (27, 49) years. The majority of the close contacts were aged 20-59 years, accounting for 81.77% (16 912/20 681). Centralized isolation was the major type of medical observation, accounting for 82.15% (16 989/20 681). Among the exposure types, working and studying in the same room (16.06%, 3 322/20 681), sharing same transport vehicle (12.88%, 2 664/20 681), performing diagnosis and treatment nursing (7.80%, 1 612/20 681), and living together (7.23%, 1 495/20 681), accounting for 43.96% (9 093/20 681). The index cases included staff (19.34%, 3 999/20 681), the unemployed (17.34%, 3 586/20 681), people engaged in business service (13.85%, 2 864/20 681), people engaged in food service (10.77%, 2 228/20 681), their close contacts accounted for 61.30% (12 677/20 681). Multivariate logistic regression analysis showed that compared with other types of exposure, the risk factors for infection were having meal together ($OR=3.96$, 95% CI : 2.30-6.83) and living together ($OR=6.41$, 95% CI : 4.48-9.17); Compared with the other occupations, the index case being engaged in food service ($OR=3.06$, 95% CI : 1.29-7.25) and teacher ($OR=4.94$, 95% CI : 1.43-17.08) were risk factors for the infection. **Conclusions** The main environmental exposure types of SARS-CoV-2 infection in close contacts were having meal together and living together. Contact with the index case being engaged in food service and teacher increased the risk for COVID-19. Comprehensive prevention and control measures such as centralized isolation and vaccination should be continued.

【Key words】 COVID-19; Close contact; Epidemiological characteristic; Risk factor

自 2020 年 3 月 11 日 WHO 宣布新型冠状病毒肺炎 (COVID-19) 疫情全球大流行以来, 累计发病及死亡数不断上升, 2021 年 1 月 28 日全球累计确诊病例数首次突破 1 亿例^[1-2], 全球疫情防控面临更加严峻的形势, 造成了大量人群的健康损害和严重的经济及社会影响^[3-4]。密切接触者在 COVID-19 疫情的传播过程中起着重要的作用, 对密切接触者暴露特征的分析 and 全面认识, 是 COVID-19 疫情防控工作一项核心内容。本研究分析北京市 COVID-19 病例密切接触者流行病学特征及新型冠状病毒 (新冠病毒) 感染的危险因素, 为 COVID-19 防控策略的制定与措施的效果评价提供参考依据。

对象与方法

1. 数据来源: 指示病例信息来源于北京 COVID-19 疫情快速监测联防联控平台和中国疾病预防控制中心传染病报告信息管理系统, 密切接触者的末次暴露时间为 2020 年 1 月 6 日至 2021 年 2 月 15 日。由北京市及区 CDC 负责密切接触者管理的专业技术人员对密切接触者的追踪、调查报告、隔离管理现状等信息进行及时录入、订正、查重和转归修改。未纳入北京市协查管理的外省市、外省市协查管理的北京市 COVID-19 病例的密切接触者。

2. 相关定义与变量^[5]: ①密切接触者: 北京市采取更为严格的定义, 将 COVID-19 疑似病例或确诊病例症状出现前 4 d 开始, 或无症状感染者标本

采集前 4 d 开始, 未采取有效防护与其有近距离接触 (<1 m) 的人员作为密切接触者; ②指示病例: COVID-19 病例和无症状感染者作为其密切接触者的指示病例; ③ COVID-19 感染率 (%) = 指示病例的密切接触者中确诊病例及无症状感染者数/指示病例的密切接触者数 $\times 100$ 。

3. 研究变量: 包括性别、年龄、现住地区、报告地区、指示病例与对应的密切接触者的关系、是否医务人员、转归状态、是否学生、末次暴露时间、是否曾经出现症状、隔离观察方式、暴露类型、指示病例类型、指示病例职业、指示病例是否为境外输入等基本信息、暴露信息及转归信息。

4. 统计学分析: 使用 WPS office 软件进行数据清理, 使用 SPSS 20.0 软件进行统计分析。符合偏态分布的定量资料采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 描述; 定性资料采用率或构成比描述。不同组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法; 将组间差异具有统计学意义的因素纳入非条件 logistic 回归模型, 分析 COVID-19 病例密切接触者新冠病毒感染的危险因素。双侧检验, 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

结果

1. 概况: 2020 年 1 月 6 日至 2021 年 2 月 15 日, 北京市累计报告密切接触者 20 681 例, 其中, 续发病例数 447 例 (转确诊 417 例、无症状感染者 30 例), 新冠病毒感染率为 2.16% (447/20 681)。每个指示病例的密切接触者 $M(P_{25}, P_{75})$ 为 7 (3, 19) 人。

密切接触者从末次暴露到开始医学观察的时间间隔 $M(P_{25}, P_{75})$ 为 4.79(1.00, 9.13)d。

2. 时间分布:从指示病例的发病日期及其密切接触者的末次暴露日期看,北京地区 COVID-19 病例密切接触者的管理经历了 3 个阶段(图 1):①第 1 阶段(2020 年 1 月 6 日至 5 月 27 日),以早期武汉市输入和境外输入疫情为主,导致密切接触者数出现 2 个小高峰;②第 2 阶段(5 月 28 日至 10 月 22 日),以新发地市场暴发疫情为主,密切接触者出现钟形高峰;③第 3 阶段(10 月 23 日至 2021 年 2 月 15 日),以顺义区和大兴区疫情为主,密切接触者出现多个高峰交织。在这 3 个阶段中,密切接触者的新冠病毒感染率分别为 4.55%(191/4 196)、2.56%(182/7 098)和 0.79%(74/9 387),差异有统计学意义($\chi^2=202.53, P<0.001$);从末次暴露到开始医学观察的时间间隔 $M(P_{25}, P_{75})$ 分别为 3.00(1.00, 7.00)、5.00(1.67, 9.00)和 5.48(1.00, 11.58)d;每个指示病例的密切接触者 $M(P_{25}, P_{75})$ 分别为 5(2, 13)、6(2, 20)和 42(9, 101)人。

3. 地区分布:密切接触者报告例数较多的分别为大兴区(6 265)、顺义区(3 991)、朝阳区(2 500)、海淀区(2 455)及丰台区(1 928),累计占 82.87%(17 139)。密切接触者现驻地较多的分别为大兴区(5 608)、顺义区(3 953)、丰台区(2 314)、朝阳区(2 093)及海淀区(1 918),累计占 76.81%(15 886)。

4. 人群分布与暴露类型特征:密切接触者的男女性别比为 0.84:1(9 466/11 215)。年龄 $M(P_{25}, P_{75})$ 为 35(28, 47)岁,以 20~59 岁为主(81.77%);隔离观察方式以集中隔离为主(82.15%);暴露类型中,同室工作/学习(16.06%)、同乘交通工具

(12.88%)、诊疗/护理(7.80%)和同住(7.23%),累计占 43.96%。暴露类型为同住的对应续发病例占续发病例总数的 51.23%(229/447),续发率为 15.32%(229/1 495)。感染率的组间差异有统计学意义的因素分别为年龄、是否出现症状、隔离观察方式、暴露类型。见表 1。

5. 指示病例特征:20~49 岁组指示病例对应的密切接触者占 68.12%;对应的指示病例职业为干部职员(19.34%)、家务待业(17.34%)、商业服务(13.85%)和餐饮食品业(10.77%),累计占 61.30%;指示病例职业为餐饮食品业对应的密切接触者中,续发病例占续发病例总数的 22.82%(102/447)。接触关系中,同事(15.04%)、航班密切接触者(8.31%)及亲属(6.60%),累计占 29.95%;指示病例出现症状者中,对应的密切接触者占 23.31%;指示病例临床分型为普通型(66.43%)、轻型(24.67%)及无症状感染者(7.29%),对应的密切接触者占 98.39%;指示病例为境外输入的对应的密切接触者占 13.80%。针对指示病例与对应的密切接触者的关系进行新冠病毒感染率组间差异分析结果显示,有统计学意义的因素包括指示病例的年龄、职业、接触关系、是否出现症状及临床分型。见表 2。

6. 密切接触者新冠病毒感染危险因素 logistic 回归分析:单因素分析结果显示,密切接触者新冠病毒感染的危险因素包括年龄组、是否出现症状、隔离观察方式、暴露类型以及指示病例的年龄、职业、接触关系和临床分型。多因素分析结果显示,密切接触者新冠病毒感染的危险因素包括出现症状($OR=65.40$)、居家隔离($OR=1.71$)、医院隔离($OR=28.16$)、同餐($OR=3.96$)、同住($OR=6.41$)、指

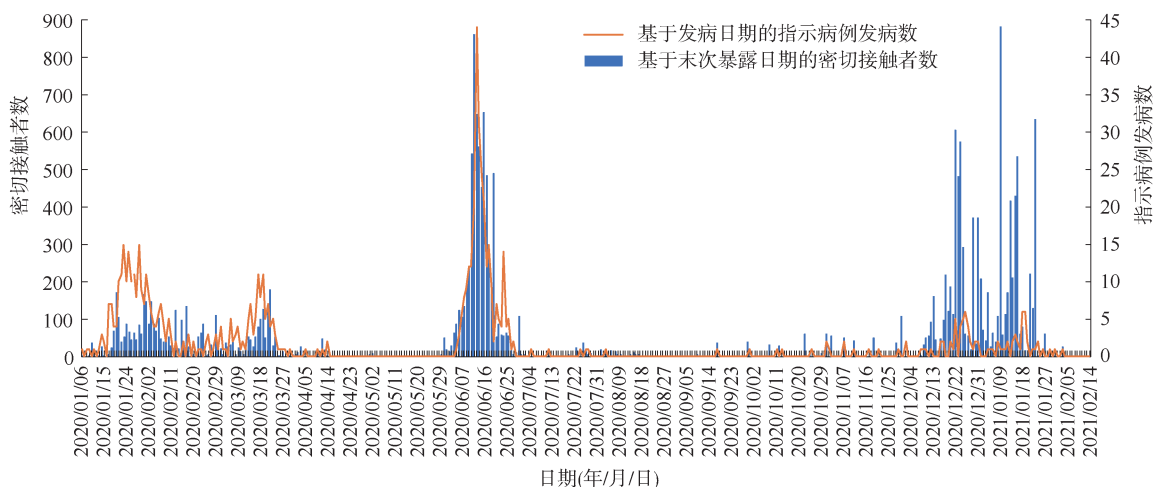


图 1 北京市新型冠状病毒肺炎指示病例数及密切接触者数(2020 年 1 月 6 日至 2021 年 2 月 15 日)

表 1 北京市新型冠状病毒肺炎病例密切接触者分布与暴露特征及新型冠状病毒感染危险因素分析

密切接触者特征	密切接触者人数 (%)	未感染人数	感染人数 (率, %)	单因素分析		多因素分析	
				χ^2 值	P值	OR值(95%CI)	P值
性别				3.47	0.06		
女	11 215(54.23)	10 992	223(1.99)			-	
男	9 466(45.77)	9 242	224(2.37)			-	
年龄组(岁)				58.36	<0.001		
0~	1 026(4.96)	998	28(2.73)			1.00	
10~	1 000(4.84)	987	13(1.30)			1.30(0.56~3.03)	0.55
20~	4 085(19.75)	4 026	59(1.44)			1.08(0.39~2.99)	0.88
30~	6 450(31.19)	6 341	109(1.69)			0.92(0.44~1.94)	0.83
40~	3 708(17.93)	3 613	95(2.56)			1.31(0.66~2.59)	0.44
50~	2 669(12.90)	2 597	72(2.70)			1.70(0.85~3.43)	0.14
60~	1 156(5.59)	1 109	47(4.07)			1.41(0.69~2.87)	0.34
≥70	587(2.84)	563	24(4.09)			1.88(0.88~4.00)	0.10
医务人员				1.63	0.19	-	
否	19 979(96.61)	19 552	427(2.14)			-	
是	702(3.39)	682	20(2.85)			-	
学生				0.12	0.72		
否	20 090(97.14)	19 657	433(2.16)			-	
是	591(2.86)	577	14(2.37)			-	
出现症状				8 093.40	<0.001		
否	20 167(97.51)	20 024	143(0.71)			1.00	
是	514(2.49)	210	304(59.14)			65.40(48.23~88.67)	<0.001
隔离观察方式				2 843.51	<0.001		
集中	16 989(82.15)	16 839	150(0.88)			1.00	
居家	2 988(14.45)	2 907	81(2.71)			1.71(1.17~2.49)	0.01
医院隔离	704(3.40)	488	216(30.68)			28.16(18.82~42.13)	<0.001
暴露类型				1 716.93	<0.001		
其他	10 152(49.09)	10 064	88(0.87)			1.00	
同餐	852(4.12)	811	41(4.81)			3.96(2.30~6.83)	<0.001
同住	1 495(7.23)	1 266	229(15.32)			6.41(4.48~9.17)	<0.001
同乘交通工具	2 664(12.88)	2 649	15(0.56)			0.71(0.35~1.44)	0.35
同室工作/学习	3 322(16.06)	3 263	59(1.78)			1.34(0.86~2.11)	0.20
娱乐活动	584(2.82)	584	0(0.00)			0.00(0.00~0.00)	0.99
诊疗/护理	1 612(7.80)	1 597	15(0.93)			0.27(0.12~0.60)	0.001

注:-:单因素分析结果无统计学意义的因素未纳入多因素分析

示病例职业为餐饮食品业($OR=3.06$)和教师($OR=4.94$)。见表 1,2。

讨 论

COVID-19 相关文献主要集中于早期小样本数据,可能会降低发现新冠病毒感染危险因素的能力^[6]。本研究密切接触者 20 681 例,样本量较大,可以对各个暴露因素细化分层和深入分析,较好地控制单因素分析导致的偏倚,同时也能与早期数据进行比较,以观察密切接触者暴露特征及感染危险

因素是否有差异性变化。本研究与李洋等^[7]早期研究结果一致,密切接触者暴露类型中的同餐($OR=3.96$)、同住($OR=6.41$)是新冠病毒感染的危险因素,另外还有指示病例的职业为餐饮食品业($OR=3.06$)和教师($OR=4.94$)。指示病例职业为餐饮食品业对应的密切接触者中,续发病例占续发病例总数的 22.82%。说明餐饮食品业是属于疫情防控的重点行业,应加强对餐饮食品业人员的健康监测、免疫接种等工作。

暴露类型为同住的对应续发病例占续发病例总数的 51.23%,续发率为 15.32%,说明同住是密切

表 2 北京市新型冠状病毒肺炎指示病特征及密切接触者新型冠状病毒感染危险因素分析

指示病例特征	密切接触者人数 (%)	未感染人数	感染人数 (率, %)	单因素分析		多因素分析	
				χ^2 值	P值	OR值(95%CI)	P值
年龄组(岁)				101.88	<0.001		
0~	572(2.77)	568	4(0.70)			1.00	
10~	936(4.53)	930	6(0.64)			1.39(0.12~16.05)	0.79
20~	4 958(23.97)	4 882	76(1.53)			1.64(0.14~18.79)	0.69
30~	4 880(23.60)	4 777	103(2.11)			2.26(0.19~26.65)	0.52
40~	4 250(20.55)	4 176	74(1.74)			1.71(0.14~20.43)	0.67
50~	2 129(10.29)	2 028	101(4.74)			4.12(0.34~49.34)	0.26
60~	2 238(10.82)	2 175	63(2.82)			3.83(0.31~47.13)	0.29
≥70	718(3.47)	698	20(2.79)			1.38(0.10~18.33)	0.81
职业				111.02	<0.001		
其他	1 231(5.95)	1 222	9(0.73)			1.00	
餐饮食品业	2 228(10.77)	2 126	102(4.58)			3.06(1.29~7.25)	0.01
教师	150(0.73)	143	7(4.67)			4.94(1.43~17.08)	0.01
干部职工	3 999(19.34)	3 926	73(1.83)			1.52(0.64~3.64)	0.35
公共场所服务人员	232(1.12)	229	3(1.29)			1.62(0.36~7.26)	0.53
工人	1 421(6.87)	1 391	30(2.11)			1.59(0.61~4.17)	0.34
家务待业	3 586(17.34)	3 504	82(2.29)			1.28(0.53~3.11)	0.59
离退人员	1 289(6.23)	1 249	40(3.10)			0.79(0.28~2.28)	0.67
民工和农民	141(0.68)	136	5(3.55)			0.21(0.04~1.26)	0.09
散居和幼托儿童	134(0.65)	131	3(2.24)			1.88(0.08~42.97)	0.69
商业服务	2 864(13.85)	2 811	53(1.85)			0.80(0.32~2.01)	0.63
学生	1 665(8.05)	1 656	9(0.54)			1.32(0.36~4.91)	0.68
医务人员	1 741(8.42)	1 710	31(1.78)			1.95(0.71~5.33)	0.19
接触关系				1 327.40	<0.001		
航班密切接触者	1 718(8.31)	1 710	8(0.47)			/	
亲属	1 365(6.60)	1 152	213(15.60)			/	
同事	3 110(15.04)	3 007	103(3.31)			/	
同学	458(2.21)	455	3(0.66)			/	
其他	14 030(67.84)	13 910	120(0.86)			/	
出现症状				18.58	<0.001		
否	5 284(25.55)	5 184	100(1.89)			-	
是	4 820(23.31)	4 745	75(1.56)			-	
不详	10 577(51.14)	10 305	272(2.57)			-	
临床分型				45.06	<0.001		
无症状感染者	1 508(7.29)	1 507	1(0.07)			1.00	
轻型	5 102(24.67)	4 970	132(2.59)			6.19(0.77~49.60)	0.09
普通型	13 739(66.43)	13 430	309(2.25)			7.66(0.97~60.56)	0.05
严重型	327(1.58)	323	4(1.22)			2.72(0.20~36.68)	0.45
危重型	5(0.03)	4	1(20.00)			31.56(0.57~1 754.42)	0.09
境外输入				21.81	<0.001		
否	17 827(86.20)	17 408	419(2.03)			-	
是	2 854(13.80)	2 826	28(0.14)			-	

注: -: 单因素分析结果无统计学意义的因素未纳入多因素分析; /: 接触关系与暴露类型存在共线性问题未纳入多因素分析

接触者新冠病毒感染的危险因素,这与深圳市研究结果和前期研究结果一致^[8-9],但低于武汉市早期的研究数据^[10],也低于广州市基于同住关系的居家

续发率估计值,但高于广州市基于亲属关系的居家续发率估计值^[11]。同住环境下,近距离接触机会多、接触时间长,家庭成员的新冠病毒感染风险

增加^[12]。

在北京市 COVID-19 病例的密切接触者管理的第 1、2 和 3 阶段,新冠病毒感染率逐渐降低(分别为 4.55%、2.56% 和 0.79%),反映了北京市新冠防控综合体系和能力的不断提升^[13],但在这 3 个阶段中,每个指示病例的密切接触者 M 分别为 5、6 和 42 人,密切接触者从末次暴露到开始医学隔离观察的时间间隔 M 分别为 3.00、5.00 和 5.48 d。也侧面说明了疾病预防控制机构面对 COVID-19 重大传染病疫情时,从事密切接触者调查追踪、流行病学调查、检测、社会层面防控等实际工作中,存在着防控专业人员数量严重不足、人员储备不够的现实问题^[14]。

综上所述,同餐和同住是密切接触者感染新冠病毒的主要暴露类型;指示病例为餐饮食品业从业人员或教师,其密切接触者感染新冠病毒的风险增加。目前全球范围内 COVID-19 的防控形势仍然不容乐观^[15],应继续采取集中隔离、疫苗接种等 COVID-19 综合性防控措施。重点加强对餐饮食品从业人员的健康监测、疫苗接种等防控力度,加强突发重大传染病疫情防控态势下疾控体系应急处置专业队伍建设和后备人才储备。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] World Health Organization. WHO Director-General's opening remarks at the mission briefing on COVID-19 [EB/OL]. (2021-02-19) [2021-04-12]. <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-mission-briefing-on-covid-19>.
- [2] World Health Organization. WHO coronavirus (COVID-19) dashboard[EB/OL]. (2021-01-28) [2021-04-12]. <https://covid19.who.int/>.
- [3] Oliver N, Barber X, Roomp K, et al. Assessing the impact of the COVID-19 pandemic in Spain: large-scale, online, self-reported population survey[J]. *J Med Internet Res*, 2020, 22(9):e21319. DOI:10.2196/21319.
- [4] Koren M, Petó R. Business disruptions from social distancing[J]. *PLoS One*, 2020, 15(9): e0239113. DOI: 10.1371/journal.pone.0239113.
- [5] 国家卫生健康委员会办公厅. 关于印发新型冠状病毒肺炎防控方案(第七版)的通知[EB/OL]. (2020-09-15) [2020-04-01]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3577/202009/318683cbfaee4191aee29cd774b19d8d.shtml>. General Office of National Health Commission. Prevention and control protocol for COVID-19(version 7) [EB/OL]. (2020-09-15) [2020-04-01]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3577/202009/318683cbfaee4191aee29cd774b19d8d.shtml>.
- [6] Liu T, Liang WJ, Zhong HJ, et al. Risk factors associated with COVID-19 infection: a retrospective cohort study based on contacts tracing[J]. *Emerg Microbes Infect*, 2020, 9(1): 1546-1553. DOI: 10.1080/22221751.2020.1787799.
- [7] 李洋, 赵越, 李茜瑶, 等. 北京市新型冠状病毒肺炎病例密切接触者流行病学特征分析[J]. *国际病毒学杂志*, 2021, 28(1): 11-14. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4092.2021.01.003.
Li Y, Zhao Y, Li XY, et al. Epidemiological characteristics of close contacts of COVID-19 cases reported in Beijing from January to April, 2020[J]. *Int J Virol*, 2021, 28(1): 11-14. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4092.2021.01.003.
- [8] Bi QF, Wu YS, Mei SJ, et al. Epidemiology and transmission of COVID-19 in 391 cases and 1286 of their close contacts in Shenzhen, China: a retrospective cohort study[J]. *Lancet Infect Dis*, 2020, 20(8): 911-919. DOI: 10.1016/S1473-3099(20)30287-5.
- [9] Wang XL, Pan Y, Zhang DT, et al. Basic epidemiological parameter values from data of real-world in mega-cities: the characteristics of COVID-19 in Beijing, China[J]. *BMC Infect Dis*, 2020, 20(1): 526. DOI: 10.1186/s12879-020-05251-9.
- [10] Wang ZL, Ma WL, Zheng X, et al. Household transmission of SARS-CoV-2[J]. *J Infect*, 2020, 81(1): 179-182. DOI: 10.1016/j.jinf.2020.03.040.
- [11] Jing QL, Liu MJ, Zhang ZB, et al. Household secondary attack rate of COVID-19 and associated determinants in Guangzhou, China: a retrospective cohort study[J]. *Lancet Infect Dis*, 2020, 20(10): 1141-1150. DOI: 10.1016/S1473-3099(20)30471-0.
- [12] 马钰, 马蒙蒙, 罗业飞, 等. 广州市新型冠状病毒肺炎密切接触者感染危险因素分析[J]. *中国公共卫生*, 2020, 36(4): 507-511. DOI:10.11847/zgggws1129419.
Ma Y, Ma MM, Luo YF, et al. Risk factors of 2019 novel coronavirus infection among close contacts in Guangzhou city[J]. *Chin J Public Health*, 2020, 36(4): 507-511. DOI: 10.11847/zgggws1129419.
- [13] 郑阳, 王小莉, 霍达, 等. 北京市新发地市场新冠肺炎暴发疫情发现与处置[J]. *国际病毒学杂志*, 2020, 27(6): 444-447. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4092.2020.06.002.
Zheng Y, Wang XL, Huo D, et al. Source tracing and control strategy of the COVID-19 outbreak in Beijing Xinfadi wholesale market[J]. *Int J Virol*, 2020, 27(6): 444-447. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4092.2020.06.002.
- [14] 宋卫萍, 张鹏航, 李薇, 等. 新型冠状病毒肺炎疫情下北京市疾控系统人才队伍建设[J]. *首都公共卫生*, 2020, 14(3): 167-169. DOI: 10.16760/j.cnki.sdggws.2020.03.015.
Song WP, Zhang PH, Li W, et al. Construction of talent team of Beijing disease control system under COVID-19 epidemic[J]. *Cap J Public Health*, 2020, 14(3): 167-169. DOI: 10.16760/j.cnki.sdggws.2020.03.015.
- [15] 高文静, 王波, 吕筠, 等. 新型冠状病毒肺炎流行现状及应对策略进展[J]. *中华流行病学杂志*, 2021, 42(1): 22-27. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20201026-01275.
Gao WJ, Wang B, Lyu J, et al. Current status of COVID-19 pandemic and progress in response strategy[J]. *Chin J Epidemiol*, 2021, 42(1): 22-27. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20201026-01275.