

·新型冠状病毒肺炎疫情防控·

一起新型冠状病毒肺炎聚集疫情传播链的调查分析

赵寒¹ 李柏松¹ 夏宇¹ 周海龙² 李廷荣³ 曾艺⁴ 朱小玲⁵ 周于祥⁶ 李勤¹

¹重庆市疾病预防控制中心 400042; ²重庆市江北区疾病预防控制中心 400020; ³重

庆市沙坪坝区疾病预防控制中心 400030; ⁴重庆市渝中区疾病预防控制中心 400010;

⁵重庆市巴南区疾病预防控制中心 401320; ⁶重庆市长寿区疾病预防控制中心 401220

通信作者:李勤, Email:erqin@vip.sina.com

【摘要】目的 分析新型冠状病毒肺炎(COVID-19)聚集疫情的传播特点,评价新型冠状病毒在潜伏期的传染性。**方法** 以一起发生在重庆市的COVID-19聚集疫情为研究对象,采用回顾性调查的方法,并用统一的调查表,以现场调查和电话调查相结合的方式对129名密切接触者进行线索追踪和个案调查。采用传播链示意图分析传播关系,采用接触史示意图分析传染性。

结果 本起COVID-19聚集疫情由同学聚会分别引起了3起家庭(亲戚)和1起同事的聚集。 $R_0=3.8$,潜伏期接触的感染率为17.57%,平均发病前3 d有传染性,不同的接触方式感染率差异有统计学意义($\chi^2=15.10, P<0.01$),单次接触时间不同感染率差异有统计学意义($\chi^2=25.08, P<0.01$)。

结论 COVID-19潜伏期存在较强的传染性,越密闭狭小的空间传播风险越高,单次接触时间越长传播风险越高,存在间接接触传播方式。

【关键词】 新型冠状病毒肺炎;传播链;潜伏期

基金项目:重庆市新型冠状病毒感染肺炎疫情应急科技攻关专项(cstc2020jscx-fyzx0176)

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200227-00198

Investigation of transmission chain of a cluster COVID-19 cases

Zhao Han¹, Li Bosong¹, Xia Yu¹, Zhou Hailong², Li Tingrong³, Zeng Yi⁴, Zhu Xiaoling⁵, Zhou Yuxiang⁶, Li Qin¹

¹Chongqing Municipal Center for Disease Control and Prevention, Chongqing 400042, China; ²Jiangbei District Center for Disease Control and Prevention of Chongqing, Chongqing 400020, China; ³Shapingba District Center for Disease Control and Prevention of Chongqing, Chongqing 400030, China; ⁴Yuzhong District Center for Disease Control and Prevention of Chongqing, Chongqing 400010, China; ⁵Banan District Center for Disease Control and Prevention of Chongqing, Chongqing 401320, China; ⁶Changshou District Center for Disease Control and Prevention of Chongqing, Chongqing 401220, China

Corresponding author: Li Qin, Email:erqin@vip.sina.com

[Abstract] **Objective** To analyze of the transmission characteristics of a cluster of COVID-19 cases in Chongqing and evaluate the infectivity of COVID-19 in the incubation period.

Methods A retrospective survey was conducted by using unified questionnaire through field and telephone interviews among 129 close contacts of COVID-19 cases. The relationship of transmission was indicated by transmission chain, and the infectivity was analyzed by the contact history. **Results** This cluster of COVID-19 cases occurred after a classmate party involving members in three families and work fellows in a factory ($R_0=3.8$). The infection rate during the incubation period was 17.57%. On average, it was infectious three days before onset. There was significant difference in infection rate among different contact modes ($\chi^2=15.10, P<0.01$),There was significant difference in infection rate among single exposureswith different time length ($\chi^2=25.08, P<0.01$). **Conclusions** COVID-19 is highly infectious in the incubation period. The more confined the space is, the higher the risk is, and the longer the single exposure is, the higher the risk of transmission is. Indirect contact transmission still exists

【Key words】 COVID-19; Transmissionchain; Incubation period

Fund program: Chongqing COVID-19 Epidemic Emergency Science and Technology Research Project (cstc2020jscx-fyzx0176)

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200227-00198

重庆市于2020年1月21日确诊首例新型冠状病毒肺炎(COVID-19)病例。本研究对重庆市一起COVID-19聚集疫情传播链进行分析。聚集疫情首发病例A,男,39岁,2020年1月24日出现发热、乏力,25日到重庆市某医院就诊,入院体温最高38.0℃,有咳嗽,血常规正常,胸部CT检查显示双肺散在磨玻璃影。流感病毒、呼吸道合胞病毒、腺病毒、柯萨奇病毒、肺炎支原体等血清学检测均为阴性,院内专家组会诊,按照COVID-19的诊断标准^[1],达到疑似COVID-19诊断,遂报告。1月26日,该患者新型冠状病毒PCR检测显示核酸阳性,诊断为确诊病例。本研究对患者A所引起的传播链中的所有病例及密切接触者进行回顾性分析。

对象与方法

1. 研究对象:来源于“中国疾病预防控制信息系统”及“健康重庆市智慧疾控云平台—COVID-19系统”,包括病例个案调查表、密切接触者调查表、聚集疫情调查报告等相关信息。

2. 研究内容:与本案例传播链相关的所有COVID-19感染者和密切接触者。诊断标准、临床分类、密切接触者等相关定义参照《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第五版)》^[2]。其他相关定义:肺炎无临床症状者:无临床症状,具有COVID-19影像学特征,呼吸道等标本新型冠状病毒病原学检测阳性者,诊断为确诊病例。发病时间及诊断时间:发病时间为病例最早出现发热和/或呼吸道症状的时间,诊断时间为检出新型冠状病毒核酸阳性时间。潜伏期:指病原体侵入人体至最早出现临床表现的这段时间。本疫情中潜伏期为出现发热或呼吸道症状前14 d。本研究中将接触期(首次接触时间至末次接触时间段),在前代病例的发病前或发病后,分为仅潜伏期接触、潜伏期和症状期均接触、仅症状期接触3类。接触方式:密切接触者与病例的接触方式分类为同餐、同住、同屋、同床、同室工作学习、诊疗、护理、同病房、娱乐活动等,同吃同住的人计为同住,不同住聚餐计为同餐;同工同住指既在同室工作又同屋居住。接触时间:选择以最长一次暴露的时间计为接触时间。

3. 调查方法:统一调查问卷,采用回顾性调查方法,查阅病历、面对面调查和电话调查的方式获取信息。以患者A为指征病例,根据患者A及同学为主线索,对相关密切接触者进行采样检测,对感染者进行流行病学调查,逐一调查每位确诊病例发病前3 d

至出现相关症状期间内的所有密切接触者与病例的关系、接触方式、接触时间,并追踪发病(感染)结局^[3]。

4. 分析方法:①绘制传播链图:按照家庭、社区、公司的不同线索分别追踪,绘制统一的传播链图。并分别计算各代接触者的罹患率和感染率。②基本再生数(R_0):指在一个易感染态个体构成的群体中,一个感染态的个体在恢复之前平均能感染的人数, $R_0 = \lambda/\lambda_c$ 。③绘制接触史分析图:以患者A为线索,按结局分成感染和未感染,绘制每组的接触史分布图。分析图设一个横坐标,以上一代病例开始出现发热或呼吸道症状当天为第0天,左边为潜伏期的各天,发病前1天为“-1”、前2天为“-2”、依次类推;右侧为症状期的各天,发病的第2天为“1”、第3天为“2”,依次类推,逐一描绘出每位密切接触者与其上一代病例发病前后接触的期间横线。

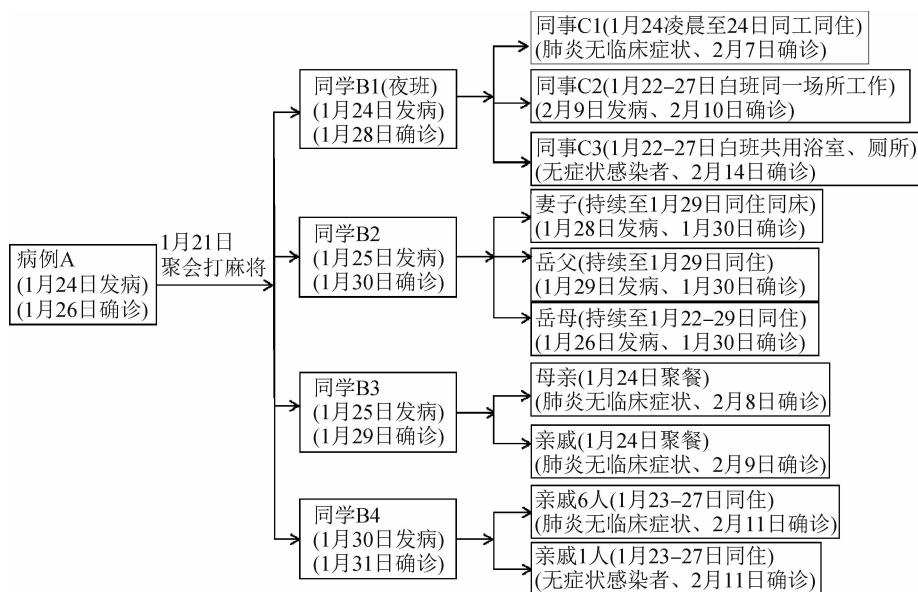
5. 统计学分析:采用SPSS 21.0软件进行统计学分析,率的比较采用 χ^2 检验,以 $P < 0.01$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 传播链:本起聚集疫情共20名感染者(确诊18名,无症状感染者2名),以患者A为湖北省输入性病例,聚会传染的4名同学为第二代病例,由4名同学分别引起了3起家庭(亲戚)和一起同事的聚集,为三代病例(感染者)。各代的发病情况及传播链关系见图1。

(1)第二代发病情况:患者A密切接触29人(表1),4人发病,罹患率为13.79%。患者A,为湖北省务工返渝人员,于1月20日乘坐动车从湖北省荆州市到重庆市,20日20:00到达重庆市,21日晚参加同学聚餐共8人(含患者A),之后其中6人(含患者A)在麻将馆打麻将6~7 h(20日19:00至21日01:00),患者A自述当日无症状,24日晚发病,26日确诊。与其打麻将的4名同学1月24—30日先后发病,该4名同学发病前14 d内未离开过重庆市,无其他传染源接触史,判断为患者A 21日晚暴露引起的传染。患者A密切接触者共29人。其中仅发病前接触15人(同学7人、餐厅及麻将馆服务员7人、家人1人),感染4名(均为聚餐且打麻将同学);发病前后接触的14人(家人及亲戚,同餐或同住接触)均未感染。

(2)第三代发病(感染)情况:第二代病例密切接触100人,病例12名,无症状感染者1名,罹患率为12.00%,感染率为13.00%,另2名(确诊病例1名、无



注：亲戚6人为B4的密切接触者中新冠核酸筛查和CT检测发现

图1 患者A传播链关系

表1 患者A密切接触者调查

与病例关系	人数	最早接触时间(月/日)	最晚接触时间(月/日)	接触地点	接触方式	单次暴露时间(h)
同学	2	01/21	01/21	餐厅	同餐	2
同学	5	01/21	01/21	麻将馆	娱乐活动	7~8
服务员	7	01/21	01/21	餐馆、麻将馆	同屋	<0.5
父母	2	01/20	01/25	家中	同住	2
妻子	1	01/23	01/25	家中	同床	6~8
儿子	1	01/21	01/21	家中	同餐	1~2
亲戚	5	01/10	01/25	家中、餐馆	同餐	1~2
亲戚	4	01/21	01/25	家中	同餐	1~2
亲戚	2	01/24	01/25	家中	同餐	1~2

症状感染者1名)为一般接触者。其中发病前接触感染9名,发病前后接触感染6名。第三代被传染的15名亲戚和同事发病(发现)前14 d内未离开过重庆市,无其他传染源接触史。与患者A一起打麻将的4名同学B1、B2、B3、B4引起的聚集情况如下:

B1,男,38岁,1月22日晚、23日晚在公司夜班,24日晚出现呼吸道症状,26日晚在公司夜班,上班期间均未佩戴口罩,28日确诊。密切接触者共67人。其中仅发病前接触的33人(同工同事7人、同车同事18人、同公交车6人、同学1人、餐厅服务员1人)均未感染,发病前后均接触的15人(同工同住1人、同工同事4人、同车同事3人、亲戚及家属7人)中1人(同工同事)感染,仅发病后接触19人(同车同事17人、同公交车1人、同工同事1人)均未感染;另2名非密切接触感染者(非同时间上班的同事,为发病前后均有环境暴露,1名共用公共设施,1名同一工作场所)。见表2。

B2,男,38岁,1月22日商场办公区上班,23—

24日在居家休息,25日中午出现呼吸道症状,26日后居家休息,30日确诊。密切接触者共5人。见表3。其中发病前后均接触的4人(均为家属)中3人感染,仅发病后接触的1人(邻居)未感染。

B3,男,38岁,1月22—23日居家办公,24日自驾携母亲、妻子和儿子与其亲戚聚餐,后自驾送妻子和儿子到外地岳父家后独自返回,25日早出现呼吸道症状,25—28日独自一人在家休息,29日确诊。密切接触者共16人(表4),均为仅发病前接触,感染2名(家属1人、亲戚1人)。

B4,女,38岁,1月22日居家休息,23—27日与母亲在亲戚家居住,28日被告知隔离医学观察,30日晚出现呼吸道症状,31日确诊。密切接触者共12人(表5)。其中仅发病前接触的10人(亲戚9人、麻将馆服务员1人)中7人(均为亲戚)感染,发病前后均接触的2人(家属1人、接诊医生1人)均未感染。

2. 时间分布与发病传代分析:本起聚集首例发病时间1月24日,第二代病例发病时间在1月24—

表2 病例B1的密切接触者调查

与病例关系	人数	最早接触时间(月/日)	最晚接触时间(月/日)	接触地点	接触方式	单次暴露时间(h)
同事	1	01/24	01/27	工作场所	同工同住	>12
同事	1	01/22	01/22	工作场所	同室工作	<0.5
同事	4	01/23	01/23	工作场所	同室工作	<0.5
同事	2	01/24	01/24	工作场所	同室工作	<0.5
同事	1	01/22	01/26	工作场所	同室工作	<0.5
同事	3	01/23	01/27	工作场所	同室工作	<0.5
同事	1	01/27	01/27	工作场所	同室工作	<0.5
同事	18	01/23	01/23	交通车	同车	<0.5
同事	3	01/23	01/27	交通车	同车	<0.5
同事	17	01/27	01/27	交通车	同车	<0.5
同车乘客	6	01/23	01/23	公交车	同车	<0.5
同车乘客	1	01/27	01/27	公交车	同车	<0.5
同学	1	01/21	01/21	餐馆	同餐	2
服务员	1	01/21	01/21	餐馆	同屋	<0.5
家属	7	01/22	01/26	家中	同住	4

表3 病例B2的密切接触者调查

与病例关系	人数	最早接触时间(月/日)	最晚接触时间(月/日)	接触地点	接触方式	单次暴露时间(h)
妻子	1	01/22	01/29	家中	同床	>12
家属	3	01/22	01/29	家中	同住	8
邻居	1	01/29	01/29	电梯	同乘电梯	<0.5

表4 病例B3的密切接触者调查

与病例关系	人数	最早接触时间(月/日)	最晚接触时间(月/日)	接触地点	接触方式	单次暴露时间(h)
家属及亲戚	11	01/24	01/24	餐馆	同餐	1~2
服务员	5	01/24	01/24	餐馆	同屋	<0.5

表5 病例B4的密切接触者调查

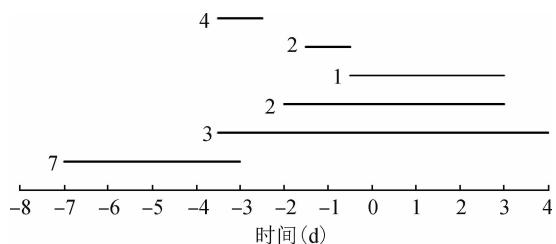
与病例关系	人数	最早接触时间(月/日)	最晚接触时间(月/日)	接触地点	接触方式	单次暴露时间(h)
母亲	1	01/22	01/31	家中	同住	6~8
亲戚	3	01/23	01/27	麻将馆	娱乐活动	6~8
亲戚	6	01/23	01/27	家中	同住	6~8
服务员	1	01/21	01/21	麻将馆	同屋	<0.5
接诊医生	1	01/29	01/30	医院	诊疗	<0.5

30日,与一代病例间隔时间中位数1 d;第三代病例发病时间在1月26至2月9日,与二代病例间隔时间中位数3.5 d。

3. 性别年龄分布:20名感染者,男:女=1.2:1;<30岁1名,30~59岁13名,≥60岁6名。

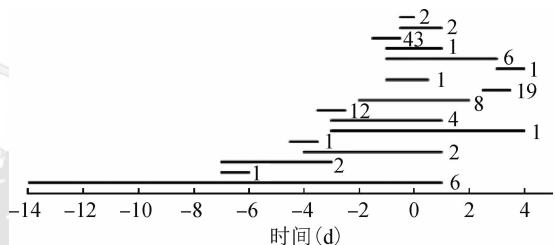
4. 传染性分析: $R_0=3.8$ (被感染19名/传染源5名)。本起疫情调查到的密切接触者有129名,将接触时间划分为仅在潜伏期接触、在潜伏期和症状期均接触、仅在症状期接触。仅潜伏期接触的有74人,感染13名,感染率为17.57%;潜伏期和症状期均接触35人,感染的4名,感染率为11.43%;仅症状期接触的20人均未感染;另2名非密切接触感染者为潜伏期和症状期均暴露。仅潜伏期接触感染病例13名,

占总病例数68.42%,与前代病例发病前1~7 d接触;仅单次接触于前代病例有6名,发病前3天接触4名,发病前1天接触2名,中位数为3 d(图2),与前代病例接触未感染的112人中,有61人仅潜伏期与前代病例接触(图3)。



注:图中数字表示人数

图2 COVID-19感染者的接触时间段示意图



注:图中数字表示人数

图3 未感染的密接接触者接触原病例的接触时间段示意图

5. 不同接触方式的传染性分析:密切接触者中不同接触方式分析感染情况(感染人数/接触人数),发现不同的接触方式感染率差异有统计学意义($\chi^2=15.10, P<0.01$),危险性从高到低依次是娱乐活动(6/8)、同床(1/2)、同住(8/20)、同餐(2/26)。另有2名一般接触者为暴露于病例工作区、公共设施。

6. 不同暴露时间的传播性分析:单次暴露时间不同感染率差异有统计学意义($\chi^2=25.08, P<0.01$),单次暴露时间越长,传染的危险性越高。单次暴露时间≥12 h共2名,感染2名,单次暴露时间在6~12 h共19名,感染13名,单次暴露时间在1~6 h共35名,感染2名,单次暴露时间<1 h 73名,无感染者。感染的2名一般接触者单次暴露在共同环境的时间达12 h。

7. 潜伏期:选择暴露于1名病例并只有1次暴露的病例用于潜伏期计算,本事件中符合条件的有4名,1名3 d,2名4 d,1名9 d,中位数4 d。

8. 间接接触传播:本起事件病例B1有2名非密切接触的感染者,患者C2于2月9日在公司交通车健康监测时体温升高而发现,之后对公司相关工作人员进行新型冠状病毒PCR筛查检出患者C3阳

性。患者C2和C3与B1为不同时间段暴露于同一空间的同事,暴露时间≥12 h。

9. 临床特征分析:20名病例中,第一代和第二代病例共5名,全部有肺炎表现,其中普通型4名、危重型1名;第三代病例(感染者)15名,86.67%有肺炎表现,其中1名重症肺炎、12名普通型肺炎,2名无症状感染者,而第三代病例(感染者)中有9名均无临床症状,而CT检查有肺炎影像学特征。

10. 无临床症状的感染:11名无临床症状者(9名普通型肺炎无自主症状、2名无症状感染者),均为密切接触者中开展PCR筛查检测发现,检出时间与前代病例的最后一次暴露时间在11~18 d,中位数为15 d。

讨 论

新型冠状病毒比SARS-CoV和MERS-CoV更具传染性^[4-6]。平均潜伏期为4 d,比流感潜伏期(1~3 d)更长^[9],与SARS常见潜伏期4 d左右接近^[9-12]。只在潜伏期接触的感染率为17.57%;明确潜伏期存在较强的传染性,平均为发病前3 d。因该病部分患者临床症状不明显,但CT检查有肺炎的影像学特征,因此除了需进行血常规检查以外,一定要重视结合肺部CT检查结果,早期为多发片状磨玻璃状阴影,其内纹理可呈网格状改变^[13]。而无临床症状的感染者带毒时间较长,平均达到15 d。未观察到无症状感染者传播新型冠状病毒的现象。

本起疫情传播链,各感染者之间没有采取任何防护措施,棋牌室打麻将传染性最强,表明越密闭狭小的空间传播风险越高;单次接触时间不同传染性有明显差异,单次接触时间越长,传播风险越高。

本起疫情中出现2名非密切接触者被传染,与前代病例于不同时间段暴露其活动的工作室、更衣室、浴室、厕所等环境而感染,该活动场所可能存在新型冠状病毒,通过公共物品表面间接接触传播,导致其感染。为COVID-19防控方案中密切接触者判断提供参考依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 国家卫生健康委员会. 新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第三版)[EB/OL]. (2020-02-19) [2020-02-21]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202002/8334a8326dd94d329df351d7da8aefc2.shtml>.
- National Health Commission of the People's Republic of China. Diagnosis and treatment of COVID-19 (trial version 3) [EB/OL]. (2020-02-19) [2020-02-21]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202002/8334a8326dd94d329df351d7da8aefc2.shtml>.
- [2] 国家卫生健康委员会办公厅,国家中医药管理局办公室. 新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第五版)[EB/OL]. (2020-02-04) [2020-02-21]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-02/05/content_5474791.htm. General Office of National Health Commission, General Office of National Administration of Traditional Chinese Medicine. Diagnostic and treatment protocol for Novel Coronavirus Pneumonia (Trial version 5) [EB/OL]. (2020-02-04) [2020-02-21]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-02/05/content_5474791.htm.
- [3] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 关于加强新型冠状病毒感染的肺炎疫情社区防控工作的通知[EB/OL]. (2020-01-25) [2020-02-21]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3577/202001/dd1e502534004a8d88b6a10f329a3369.shtml>. National Health Commission of the People's Republic of China. Notice on COVID-19 to strengthen community prevention and control of pneumonia [EB/OL]. (2020-01-25) [2020-02-21]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3577/202001/dd1e502534004a8d88b6a10f329a3369.shtml>.
- [4] Wang C, Horby PW, Hayden FG, et al. A novel coronavirus outbreak of global health concern [J]. Lancet, 2020, 395 (10223):470-473. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30185-9.
- [5] Paules CI, Marston HD, Fauci AS. Coronavirus infections-more than just the common cold [J]. JAMA, 2020. DOI: 10.1001/jama.2020.0757.
- [6] Munster VJ, Koopmans M, Van Doremalen N, et al. A novel coronavirus emerging in China-key questions for impact assessment [J]. N Engl J Med, 2020, 382 (8):692-694. DOI: 10.1056/NEJMmp2000929.
- [7] Huang CL, Wang YM, Li XW, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China [J]. Lancet, 2020, 395 (10223):497-506. DOI: 10.1016/S0140-6736 (20)30183-5.
- [8] Chan JFW, Yuan S, Kok KH, et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster [J]. Lancet, 2020, 395 (10223):514-523. DOI: 10.1016/S0140-6736 (20)30154-9.
- [9] 李兰娟,任红.传染病学[M].9版.北京:人民卫生出版社,2018:67-70.
- Li LJ, Ren H. Infectious diseases [M]. 9th ed. Beijing: People's Health Press, 2018:67-70.
- [10] 李勤,曾光,欧剑鸣,等.一起SARS暴发传播链的调查分析[J].中华医学杂志,2003,83 (11):906-909. DOI: 10.3760/j:issn:0376-2491.2003.11.003.
- Li Q, Zeng G, Ou JM, et al. Epidemiological study of the transmission chain of a severe acute respiratory syndrome outbreak [J]. Natl Med J China, 2003, 83 (11): 906-909. DOI: 10.3760/j:issn:0376-2491.2003.11.003.
- [11] 彭国文,何剑峰,林锦炎,等.广东省传染性非典型肺炎流行病学特征初步调查[J].中华流行病学杂志,2003,24 (5):350-352. DOI: 10.3760/j.issn:0254-6450.2003.05.006.
- Peng GW, He JF, Lin JY, et al. Epidemiological study on severe acute respiratory syndrome in Guangdong province [J]. Chin J Epidemiol, 2003, 24 (5): 350-352. DOI: 10.3760/j.issn:0254-6450.2003.05.006.
- [12] 贺雄,沈壮,宁芳,等.北京市首例输入性传染性非典型肺炎家族内传播的流行病学分析[J].中华流行病学杂志,2003,24 (7):557-560. DOI: 10.3760/j.issn:0254-6450.2003.07.007.
- He X, Shen Z, Ning F, et al. Analysis on the epidemiological features and the transmission of an imported severe acute respiratory syndrome case in Beijing [J]. Chin J Epidemiol, 2003, 24 (7): 557-560. DOI: 10.3760/j.issn: 0254-6450.2003.07.007.
- [13] Lei JQ, Li JF, Li X, et al. CT imaging of the 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) pneumonia[J]. Radiology, 2020, 295 (1):18. DOI: 10.1148/radiol.2020200236.

(收稿日期:2020-02-27)

(本文编辑:万玉立)