

·新型冠状病毒肺炎疫情防控·

宁波市一起新型冠状病毒肺炎聚集性疫情调查

叶莉霞¹ 王海滨² 陆怀初³ 陈冰冰² 朱莹莹¹ 谷少华¹ 王建美¹ 潘兴强¹ 方挺¹ 董红军¹

¹宁波市疾病预防控制中心 315010; ²宁波市海曙区疾病预防控制中心 315010; ³宁波市鄞州区疾病预防控制中心 315120

通信作者:董红军, Email:donghj@nbcdc.org.cn

【摘要】 **目的** 调查宁波市大型集会活动引起的一起新型冠状病毒肺炎聚集性疫情,分析其引发的传播链和各代病例感染情况。**方法** 针对宁波市2020年1月19日大型佛教集会活动(1.19活动)引起的一起新型冠状病毒肺炎聚集性疫情的首发病例,1月29日开展所有感染病例的密切接触者的追踪和筛查,完成流行病学个案调查,采集其鼻/咽拭子标本采用实时荧光定量RT-PCR法进行新型冠状病毒核酸检测。**结果** 宁波市2020年1月26日至2月20日报告确诊病例67例和无症状感染者15例,与1.19活动相关。首发病例为本次聚集性疫情的传染源,其二代病例29例,无症状感染者4例,其中,首发病例和确诊病例23例及无症状感染者3例的密切接触史为共同乘坐旅游巴士,罹患率为33.82%(23/68),感染率为38.24%(26/68),与首发病例同车人员的发病风险和感染风险分别是活动其他参与者的28.91倍和26.01倍。本次疫情三代及以上确诊病例37例、无症状感染者11例,罹患率为2.88%(37/1 283),感染率为4.76%(48/1 008)。主要的传播方式为同车密切接触和家庭内传播。**结论** 这是一起大型集会活动为起因的超级传播者引发的聚集性疫情事件,该疫情已得到有效控制。

【关键词】 新型冠状病毒肺炎;聚集性疫情;密切接触者

基金项目:宁波市科技重大专项(2020C50001);宁波市医疗卫生品牌学科(PPXK2018-10);浙江省医学重点学科“现场流行病学”(07-013)

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200316-00362

Investigation of a cluster epidemic of COVID-19 in Ningbo

Ye Lixia¹, Wang Haibin², Lu Huaichu³, Chen Bingbing², Zhu Yingying¹, Gu Shaohua¹, Wang Jianmei¹, Pan Xingqiang¹, Fang Ting¹, Dong Hongjun¹

¹Ningbo Prefectural Center for Disease Control and Prevention, Ningbo 315010, China; ²Ningbo Haishu District Center for Disease Control and Prevention, Ningbo 315010; ³Ningbo Yinzhou District Center for Disease Control and Prevention, Ningbo 315120, China

Corresponding author: Dong Hongjun, Email: donghj@nbcdc.org.cn

【Abstract】 **Objective** To investigate a cluster epidemic of COVID-19 after a mass gathering activity in Ningbo of Zhejiang province and analyze the transmission chain and status of infection cases of different generations. **Methods** The tracking of all the close contacts of the first COVID-19 case and epidemiological investigation were conducted on January 29, 2020 after a cluster epidemic of COVID-19 related with a Buddhism rally on January 19 (the 1.19 rally) in Ningbo occurred. The swabs of nose/throat of the cases and close contacts were collected and tested for nucleic acids by real-time fluorescence quantitative RT-PCR. **Results** From January 26 to February 20, 2020, a total of 67 COVID-19 cases and 15 asymptomatic infection cases related with the 1.19 rally were reported in Ningbo. The initial case was the infection source who infected 29 second generation cases and 4 asymptomatic infection cases, in whom 23 second generation cases and 3 asymptomatic infection cases once took bus with the initial case, the attack rate was 33.82% (23/68) and the infection rate was 38.24% (26/68). The risks of suffering from COVID-19 and being infected were 28.91 times and 26.01 times higher in rally participants taking bus with initial case compared with those taking no bus with initial case. In this epidemic, 37 third+ generation cases and 11 related asymptomatic infection cases occurred, the attack rate was 2.88% (37/1 283) and the infection rate was 4.76% (48/1 008).

The main transmission routes included vehicle sharing and family transmission. **Conclusion** It was a cluster epidemic of COVID-19 caused by a super spreader in a massive rally. The epidemic has been under effective control.

【Key words】 COVID-19; Cluster; Close contact

Funding programs: Ningbo Science and Technology Major Project (2020C50001); Ningbo Health Branding Subject Fund (PPXK2018-10); Zhejiang Medical Key Discipline (07-013)

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200316-00362

新型冠状病毒肺炎(COVID-19)是由新型冠状病毒感染导致的急性呼吸道传染病,呼吸道飞沫传播和接触传播是其主要传播方式^[1-2]。COVID-19具有高度传染性,2020年1—2月我国总体疫情曲线呈现出暴发流行和扩散传播模式^[3-4]。大多数为轻症表现,早期临床症状以发热、咳嗽、乏力等非特异性症状为主^[4]。

截至3月9日,我国累计报告COVID-19确诊病例80 754例^[5]。宁波市1月22日发现首例确诊病例,截至3月9日报告157例确诊病例。家庭聚集、各种聚会或集会等聚集性活动是引发聚集性疫情的主要方式,预示超级传播者潜在可能性^[3,6]。2020年1—2月,浙江省宁波市发生一起因1月19日大型佛教集会活动(1.19活动)引发的COVID-19聚集性疫情事件。本研究调查这起COVID-19聚集性疫情,并分析其传播链和各代病例情况,为COVID-19科学防控工作提供参考依据。

对象与方法

1. 调查对象:数据来源于中国疾病预防控制中心信息系统传染病网络直报系统和个案流行病学调查报告。①宁波市截至2020年3月9日确诊病例、疑似病例、无症状感染者;②1.19活动参与者;③1.19活动相关的确诊病例、疑似病例、无症状感染者的密切接触者。

2. 调查方法:由宁波市、县CDC专业人员组成工作组,根据1.19活动确诊的首发病例潜伏期推算,开展密切接触者及相关对象的追踪和筛查,并开展个案流行病学调查,收集临床特征、流行病学接触史、1.19活动参与情况等信息,采集鼻/咽拭子标本,采用实时荧光定量RT-PCR方法进行新型冠状病毒核酸检测。对确诊和疑似病例安排隔离治疗,对密切接触者进行隔离管理和医学观察。1月29日开始对所有1.19活动参与者及其密切接触者开展主动搜索和集中隔离医学观察,医学隔离观察期自1月19日起21 d,2次核酸检测阴性解除隔离。采集咽拭子标本,采用RT-PCR检测新型冠状病毒核酸。

3. 相关定义和计算公式^[7-8]:①聚集性疫情:14 d

内在小范围(如一个家庭、一个工地、一个单位等)发现 ≥ 2 例确诊病例或无症状感染者,且存在因密切接触导致的人际传播的可能性,或因共同暴露而感染的可能性;②指示病例:对启动疫情调查有指示作用的第1位病例;③一代病例:即首发病例,造成本次疫情传播的第1位确诊病例;④二代或三代病例:一代或二代病例直接传播引起的病例;⑤密切接触者和相关病例:密切接触者、疑似病例、确诊病例、无症状感染者的定义根据文献[7-8];⑥超级传播者:即为一次性暴露造成 ≥ 10 人的续发病例;⑦关联病例:如1.19活动参与者中出现确诊病例或无症状感染者,为直接关联病例;如参加1.19活动参与者的密切接触者出现续发病例或无症状感染者,为间接关联病例(续发病例),排除发病前14 d有可疑流行病学史,如武汉市等旅行居住史者;⑧感染率(%)=新型冠状病毒核酸阳性数/检测人数 $\times 100$;⑨罹患率(%)=确诊病例数/密切接触者人数 $\times 100$ 。

4. 统计学分析:根据调查对象的轨迹信息,精准搜索关联调查对象,计算各代病例密切接触者的感染情况。绘制病例的传播链关系和示意图。采用Excel 2010软件整理和分析,率和构成比的比较使用 χ^2 检验或Fisher检验。双侧检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 疫情调查:2020年1月26日至2月20日宁波市报告与1.19活动相关的COVID-19确诊病例67例、无症状感染者15例。

(1)寻找疫情线索:1月22日宁波市报告首例病例,为输入病例,至28日累计确诊病例20例,其中3例参加1.19活动。1月26日报告1例确诊病例(1月22日发病),14 d内疫区接触史,发现其共同居住父母分别于1月18、22日出现发热、咳嗽等症状,核酸阳性并确诊病例,其母无明确流行病学史,参加1.19活动。1月28、29日又报告2例确诊病例,无明确流行病学史,也参加过1.19活动。提示1.19活动可能引发聚集性疫情,1月29日开展密切接触者相关筛查。

(2)1.19活动暴露情况:1.19活动参与者分布于宁波市全市。1.19活动组织方提供2辆全封闭空调的巴士1号和2号车,分别乘坐64和66人。1.19活动在露天环境中举行,持续时间2.5 h,有餐厅提供午饭时间1 h,2号车返程乘坐68人。截至1月29日发现3例病例中有2例同乘2号车。大多数乘车者互不相识。1月29日开始,开展1.19活动参与者及密切接触者的流行病学调查,收集1月19日前14 d内的接触史及发热、咳嗽等症状。

(3)首发病例及指示病例:首发病例为64岁女性,1月18日出现症状,自行服药未就诊,参加了1.19活动,1月28日被确诊。1月26日女儿到发热门诊就诊,1月27日被确诊,作为指示病例。见图1。

(4)确诊病例发病日期:除首发病例外,其他确诊病例的发病天数持续23 d(1月21日至2月12日),有66例确诊病例和15例无症状感染者。第一单日发病高峰是1月22日(单日发病10例),以1.19活动参与者为主;第2、3发病高峰由1.19活动参与者及其密切接触者组成,发病高峰分别在2月1日(单日

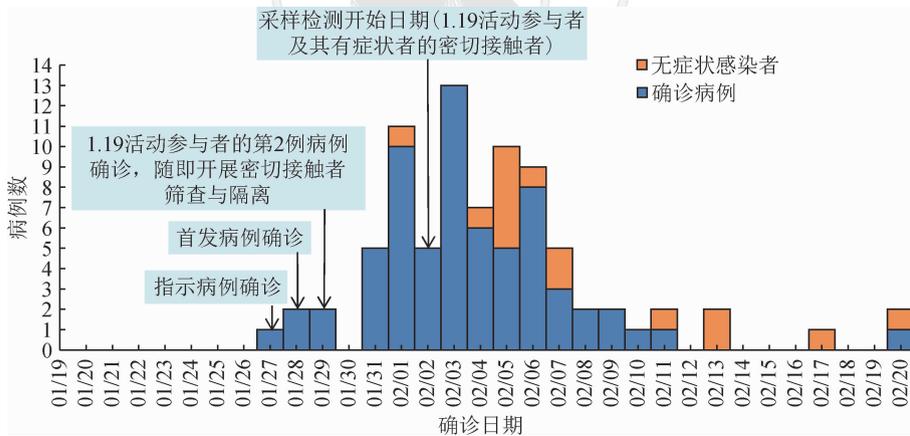
发病7例),2月3日(单日发病6例)。另外,3月5日解除全部的密切接触者的隔离,疫情处置结束。见图2。

2. 1.19活动参与者及密切接触者筛查:除首发病例外,1.19活动参与者447人,密切接触者1 293人,完成1 465人采样,新型冠状病毒核酸检测率为84.20%(1 465/1 740),其中,1.19参与者检测率为100%(447/447),密切接触者检测率为78.73%(1 018/1 293)。

(1)1.19活动参与者的感染情况:1月27日至2月20日,1.19活动参与者共报告确诊病例28例、疑似病例6例、无症状感染者4例;其密切接触者中,报告确诊病例37例、无症状感染者11例(图1)。

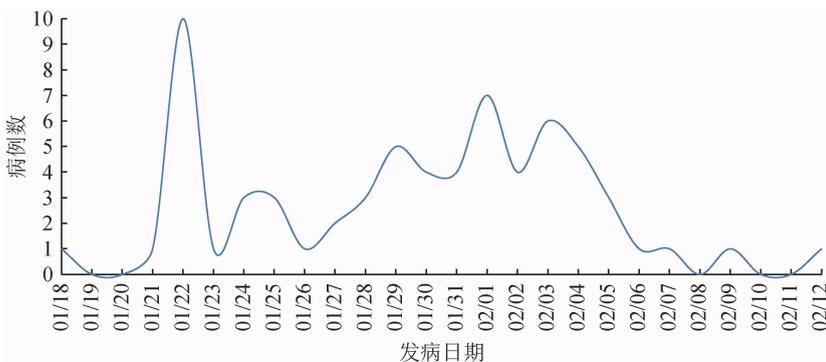
1.19活动参与者中,除首发病例外,另有27例确诊病例,1.19活动的二代续发率为6.04%(27/447),加上4例无症状感染者,1.19活动参与者的二代感染率为6.94%(31/447)。

2号巴士为24例确诊病例(包括首发病例)往返乘坐的交通工具,2号巴士引发的罹患率为33.82%(23/68),加上3例无症状感染者,2号巴士引发的感



注:首发病例即为超级传播者

图1 2020年1月19日宁波市大型佛教集会活动的密切接触者新型冠状病毒感染及罹患情况



注:首发病例1月18日出现症状,1月28日确诊

图2 2020年1月19日宁波市大型佛教集会活动的密切接触者发病日期曲线

染率为 38.24%(26/68);活动工作人员 38 人中,未发现病例,且检测均为核酸阴性。1.19 活动的其他人员 341 人中,确诊病例 4 例,罹患率为 1.17%(4/341),无症状感染者 1 例,感染率为 1.47%(5/341)。2 号巴士引发的罹患率明显高于其他人员罹患率,差异有统计学意义($\chi^2=109.16, P<0.001$)提示密闭狭小空间环境的传播风险较高。见表 1。

6 例疑似病例中,1 月 22—31 日多次检测核酸阴性,其中有 3 例疑似病例,其家庭密切接触者中,又发现了确诊病例 3 例。

(2)1.19 活动参与者的密切接触者感染情况:密切接触者 1 293 例中,确诊病例 39 例,罹患率为 3.02%(39/1 293)。检测人数 1 018 例中,核酸阳性 50 例,感染率为 4.91%(50/1 018)。首发病例的密切接触者 10 例中,确诊病例 2 例均为家庭成员,罹患率为 20.00%(2/10);其他密切接触者 1 283 例中,确诊病例 37 例,罹患率为 2.88%(37/1 283),检测人数 1 008 例中,核酸阳性 48 例,感染率为 4.76%(48/1 008)。见表 1。

1.19 活动参与者的二代感染率(6.94%,31/447),相比于其他密切接触者的感染率(4.91%,50/1 018),差异无统计学意义($\chi^2=2.44, P=0.119$);1.19 活动参与者的罹患率(6.04%,27/447)高于其密切接触者的罹患率(3.02%,39/1293)($\chi^2=8.32, P=0.004$)。

3. 超级传播者传播链分析:

(1)传染源的感染来源及流行病学史:①首发病例曾于 1 月 15 日在宁波市某卫生院,与 1 例疑似病例(D 病例)有 12 min 近距离接触,D 病例 1 月 9 日出现发热及呼吸道症状,1 月 15 日被收治住院,2 月 7 日核酸阴性,病亡未确诊,D 病例与武汉市疫区人员有密切接触史(2019 年 12 月下旬至 2020 年 1 月初),判定首发病例是 D 病例的密切接触者;②1 月 19 日活动当天,首发病例乘坐交通工具为 2 号巴士,发现了 24 例确诊病例(包括首发病例);③首发病例的女儿及丈夫,均于 1 月 22 日发病并确诊,排除 3 人

的其他暴露因素,另外,1.19 活动参与者中,确诊病例均无外出史。提示首发病例为本次聚集性疫情的传染源。

(2)发病时间:首发病例 1 月 18 日出现症状,1 月 28 日确诊。其他确诊病例的发病日期为 1 月 21 日至 2 月 12 日。见图 2。

(3)发病风险:2 号巴士引发的罹患率和感染率分别为 33.82%和 38.24%,乘坐 2 号巴士的发病风险最高。

(4)聚集性传播途径:首发病例为一代病例,二代病例包括 29 例确诊病例和 4 例无症状感染者,三代及以上病例包括 37 例确诊病例和 11 例无症状感染者)。二代病例中的 27 例确诊病例引发了续发病例 37 例。聚集性传播方式包括了 1.19 活动聚集性传播、2 号巴士交通工具聚集性传播、家庭聚集传播及近距离接触传播。

另外,2 号巴士中发现 2 名乘车人员核酸阴性且未发病,其密切接触者中多例确诊病例;疑似病例有 3 例,其家庭成员出现确诊病例,尚无法判定他们的接触史。

讨 论

本次疫情涉及确诊病例 67 例,无症状感染者 15 例。分析发现,首发病例作为 1.19 活动参与者,其二代病例 29 例确诊,无症状感染者 4 例,为本次聚集性疫情的传染源。1 月 19 日之前,宁波市尚处于 COVID-19 疫情早期阶段,首发病例 1 月 18 日出现症状未及时就诊,直接参加 1.19 活动,1 月 28 日被确诊时,已造成疾病传播。1.19 活动的聚集性特点明显,参与者达 448 人,人员密集,近距离接触的暴露风险较大,首发病例搭乘 2 号巴士,又增加了交通工具密切接触的传播风险。

除首发病例外,其他确诊病例的发病天数持续 23 d(1 月 21 日至 2 月 12 日),有 66 例确诊病例和 15 例无症状感染者。二代病例发病日期集中在首

表 1 2020 年 1 月 19 日宁波市大型佛教集会活动的密切接触者新型冠状病毒感染及罹患情况

密切接触者分类	人数	检测人数(率,%)	感染(率,%)	χ^2 值	P 值	确诊(罹患率,%)	χ^2 值	P 值
1.19 活动参与者	447	447(100.00)	31(6.94)	121.85	<0.001	27(6.04)	109.16	<0.001
工作人员	38	38(100.00)	0(0.00)			0(0.00)		
2 号巴士的人员	68	68(100.00)	26(38.24)			23(33.82)		
其他人员	341	341(100.00)	5(1.47)			4(1.17)		
1.19 活动参与者密切接触者	1 293	1 018(78.73)	50(4.91)	-	0.083 ^a	39(3.02)	-	0.034 ^a
首发病例的密切接触者	10	10(100.00)	2(20.00)			2(20.00)		
其他密切接触者	1 283	1 008(78.57)	48(4.76)			37(2.88)		
合 计	1 740	1 465(84.20)	81(5.53)			66(3.79)		

注:表内数据不包括首发病例;2 号巴士为首发病例乘坐;^a采用 Fisher 确切概率法

发病例确诊前(1月21—27日),大部分为轻症病例,当地居民大多数居家状态,人口流动性较小,造成家庭内聚集传播的三代及以上病例为主,另外还有超市/菜市场、医院为主要的其他近距离接触的传播场所。提示病例的就诊意识较差,这与天津市聚集性疫情报道一致^[9]。自2月开始,宁波市暂停零售药店直接销售发热/咳嗽类药品,制定发热患者报告与就诊流程,保证了早发现、早隔离传染源,能有效减少疫情的扩散。

在通风条件不好的密闭空间,近距离接触时间过长,明显增加感染风险,2号巴士同车人员的罹患率和感染率分别为33.82%和38.24%,但是,感染率有可能被低估,可能因为咽拭子标本的核酸检测可能存在假阴性结果,发病早期的咽拭子标本的阳性率约为30%~60%^[10];而2号巴士同车人员有核酸阴性者5例(包括疑似病例3例和无症状者2例),但是,其密切接触均有确诊病例,这与国内外报道相一致^[6,11]。采样操作、上/下呼吸道的标本来源、试剂盒的性能、病例的疾病进展或者其他病毒合并感染情况,这些因素都可能影响核酸检测结果^[12-13]。因此,本次疫情针对交通工具的密闭环境存在共同暴露风险,尽快实施全部隔离和医学观察措施。

针对1.19活动参与人员及其密切接触者,开展了最大范围的搜索,共筛查1740人,采集其中1465人做核酸检测。自2月20日后,连续19d未有新增病例。提示,1.19活动引发的密切接触者病例扩散传播风险较大,本次疫情发现时间较晚,增加疫情处置和调查难度,但是,本次疫情处置措施较为果断,密切接触者筛查和隔离措施效果较好。

本次疫情调查存在不足,首发病例感染来源仍存争议,现有的现场调查手段和技术无法得到较为合理的解释,提示密切接触者的传播链调查需要更先进的技术和信息支撑。

利益冲突 所有作者均不存在利益冲突

参 考 文 献

[1] Li Q, Guan X, Wu P, et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia [J]. *N Engl J Med*, 2020, 382(13): 1199-1207. DOI: 10.1056/NEJMoa2001316.

[2] 中华预防医学会新型冠状病毒肺炎防控专家组. 新型冠状病毒肺炎流行病学特征的最新认识 [J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(2): 139-144. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.002.

Special Expert Group for Control of the Epidemic of Novel Coronavirus Pneumonia of the Chinese Preventive Medicine. An update on the epidemiological characteristics of novel coronavirus pneumonia (COVID-19) [J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(2): 139-144. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.002.

[3] 中国疾病预防控制中心新型冠状病毒肺炎应急响应机制流行

病学组. 新型冠状病毒肺炎流行病学特征分析 [J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(2): 145-151. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.003.

Epidemiology Working Group for NCIP Epidemic Response. The epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) in China [J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(2): 145-151. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.003.

- [4] Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China [J]. *N Engl J Med*, 2020, Feb 28 [Online ahead of print]. DOI: 10.1056/NEJMoa2002032.
- [5] 国家卫生健康委员会. 截至3月9日24时新型冠状病毒肺炎疫情最新情况 [EB/OL]. (2020-03-10) [2020-03-11]. <http://www.nhc.gov.cn/yjb/s7860/202003/948a03ad76f54d3583a018785efd7be9.shtml>.
- National Health Commission. Update epidemic of COVID-19 in China at 24:00 on March 9 [EB/OL]. (2020-03-10) [2020-03-11]. <http://www.nhc.gov.cn/yjb/s7860/202003/948a03ad76f54d3583a018785efd7be9.shtml>.
- [6] 高文静, 李立明. 新型冠状病毒肺炎潜伏期或隐性感染者传播研究进展 [J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(4): 485-488. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200228-00207.
- Gao WJ, Li LM. Advances on presymptomatic or asymptomatic carrier transmission of COVID-19 [J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(4): 485-488. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200228-00207.
- [7] 国家卫生健康委员会办公厅, 国家中医药管理局办公室. 新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第四版) [EB/OL]. (2020-01-27) [2020-03-11]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202001/4294563ed35b43209b31739bd0785e67.shtml>.
- General Office of National Health Commission, General Office of National Administration of Traditional Chinese Medicine. Diagnosis and treatment protocol for COVID-19 (trial version 4) [EB/OL]. (2020-01-27) [2020-03-11]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202001/4294563ed35b43209b31739bd0785e67.shtml>.
- [8] 国家卫生健康委员会. 新型冠状病毒肺炎防控方案(第三版) [EB/OL]. (2020-01-28) [2020-02-15]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s7923/202001/470b128513fe46f086d79667db9f76a5.shtml>.
- General Office of National Health Commission. Prevention and control protocol for COVID-19 (version 2) [EB/OL]. (2020-01-28) [2020-02-15]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s7923/202001/470b128513fe46f086d79667db9f76a5.shtml>.
- [9] 吴伟慎, 李永刚, 魏兆飞, 等. 天津市某百货大楼新型冠状病毒肺炎聚集性疫情调查分析 [J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(4): 489-493. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200221-00139.
- Wu WS, Li YG, Wei ZF, et al. Investigation and analysis on characteristics of a cluster of COVID-19 associated with exposure in a department store in Tianjin [J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(4): 489-493. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200221-00139.
- [10] Yang Y, Yang MH, Shen CG, et al. Evaluating the accuracy of different respiratory specimens in the laboratory diagnosis and monitoring the viral shedding of 2019-nCoV infections [J]. *Medrxiv*, 2020, Posted February 17. DOI: 10.1101/2020.02.11.20021493
- [11] Bai Y, Yao LS, Wei T, et al. Presumed asymptomatic carrier transmission of COVID-19 [J]. *JAMA*, 2020 Feb 21: e202565. [Online ahead of print]. DOI: 10.1001/jama.2020.2565.
- [12] Ai T, Yang ZL, Hou HY, et al. Correlation of chest CT and RT-PCR testing in coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China: A report of 1 014 cases [J]. *Radiology*, 2020 Feb 26. [Online ahead of print]. DOI: 10.1148/radiol.2020200642.
- [13] Li DS, Wang DW, Dong JP, et al. False-Negative Results of Real-Time Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction for Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2: Role of Deep-Learning-Based CT Diagnosis and Insights from Two Cases [J]. *Korean J Radiol*, 21(4): 505-508. DOI: 10.3348/kjr.2020.0146

(收稿日期:2020-03-16)

(本文编辑:斗智)