

中国地区新型冠状病毒感染者的密切接触人群 SARS-CoV-2 核酸阳性率的 meta 分析

许涛^a, 杨磊^b, 高玉芳^a, 张建平^a

(咸阳市中心医院 a. 检验科; b. 生殖医学科, 陕西咸阳 712000)

摘要: **目的** 了解中国地区新型冠状病毒感染者的密切接触人群严重急性呼吸综合征冠状病毒 (SARS-CoV-2) 核酸阳性率的现状。**方法** 检索 PubMed, EMBASE, 中国期刊全文数据库 (CNKI)、万方科技期刊全文数据库、维普中文科技期刊全文数据库 (VIP) 中有关中国地区新型冠状病毒感染者的密切接触人群 SARS-CoV-2 核酸检测相关文献, 检索时间为 2019 年 12 月~2020 年 12 月 24 日。参照修改后的美国卫生保健研究与质量机构 (AHRQ) 声明评价文献质量。采用 StataSE15.0 软件进行 meta 分析, 利用 Freeman-Tukey 双反正弦转换法计算合并的阳性率, 根据性别、年龄、感染人员关系、感染方式及接触频率进行亚组分析, 并进行敏感性分析及 Egger 法检验发表偏倚。**结果** 共纳入 11 篇文献, 总样本量为 24 906 例, 新型冠状病毒感染者的密切接触人群 SARS-CoV-2 核酸阳性率为 5.42% (95%CI: 3.57%~7.64%), 亚组分析显示, 男性阳性率为 4.35%, 女性阳性率为 6.36%; 0~9 岁组阳性率为 5.88%, 10~59 岁组为 4.76%, ≥ 60 岁组为 8.73%; 家庭成员组阳性率为 13.42%, 其它为 2.09%; 共同生活人员阳性率为 11.44%, 聚餐为 9.90%, 其它感染方式组为 1.95%; 偶尔接触者、一般接触者、经常接触者阳性率分别为 1.32%, 6.12% 和 9.60%, 各亚组间差异均有统计学意义 ($\chi^2=37.89\sim809.90$, 均 $P<0.05$)。敏感度分析提示结果稳定, Egger 法检验发表偏倚为差异无统计学意义 ($t=0.93$, $P=0.376$)。**结论** 中国地区新型冠状病毒感染者的密切接触人群 SARS-CoV-2 核酸具有一定的阳性率。

关键词: 新型冠状病毒病; 密切接触者; 严重急性呼吸综合征冠状病毒 2; 核酸; 阳性率

中图分类号: R373.1; R446 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-7414 (2021) 04-122-07

doi:10.3969/j.issn.1671-7414.2021.04.026

SARS-CoV-2 Nucleic Acid Positive Rate among Close Contacts of the Patients Infected with Novel Coronavirus in China:A Meta-Analysis

XU Tao^a, YANG Lei^b, GAO Yu-fang^a, ZHANG Jian-ping^a

(a. Department of Clinical Laboratory; b. Department of Reproductive Medicine, Xianyang Central Hospital, Shaanxi Xianyang 712000, China)

Abstract: Objective To investigate the SARS-CoV-2 nucleic acid positive rate in close contacts of the patients infected with severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in China. **Methods** Relevant literatures about SARS-CoV-2 nucleic acid testing in close contacts of patients with Corona Virus Disease 2019 in Chinese population were retrieved from PubMed, Embase, CNKI, Wanfang and VIP database from December 2019 to December 24, 2020. The quality of article was assessed through the revised AHRQ statement. Statase15.0 software was used for meta-analysis, and Freeman-Tukey double arsinusoidal conversion method was used to calculate the positive rate of the combination. Subgroup analysis was performed according to gender, age, relationship of infected persons, infection mode and contact frequency, sensitivity analysis and publication bias test were also conducted. **Results** A total of 2 4906 individuals were included in the Meta-analysis of the 11 literatures. The SARS-CoV-2 nucleic acid positive rate of close contacts of people suffering from SARS-CoV-2 was 5.42% (95%CI: 3.57%~7.64%), subgroup analysis showed that the positive rate of male was 4.35% and that of female was 6.36%. The positive rate was 5.88% in the group of 0~9 years old, 4.76% in the group of 10~59 years old and 8.73% in the group of ≥ 60 years old. The positive rate was 13.42% in family members group and 2.09% in others group. The positive rate of people living together was 11.44%, that of people having dinner together was 9.90%, and that of people with other infection modes was 1.95%; The positive rate of occasional contacts, general contacts and regular contacts were 1.32%, 6.12% and 9.60%, respectively. There was significant difference among subgroups ($\chi^2=37.89\sim809.90$, all $P<0.05$). Sensitivity analysis showed that the results were

作者简介: 许涛 (1987-), 男, 硕士, 主管检验师, 研究方向: 分子生物实验室病毒核酸诊断及其流行病学调查, E-mail: dazhuxt126@126.com。

通讯作者: 杨磊 (1991-), 女, 硕士, 主管检验师, 研究方向: 临床检验诊断学, E-mail: shangcl21@163.com。

stable, and the publication bias of egger test was not statistically significant ($t=0.93$, $P=0.376$). **Conclusion** There was a certain positive rate of SARS-CoV-2 nucleic acid in close contacts of the patients attacked by SARS-CoV-2 in China.

Keywords: corona virus disease 2019; close contacts; severe acute respiratory syndrome coronavirus 2; nucleic acid; positive rate

新型冠状病毒为单股正链RNA病毒,属于 β 冠状病毒,为第七种可导致严重肺炎的人类冠状病毒^[1],又名严重急性呼吸综合征冠状病毒2(severe acute respiratory syndrome coronavirus 2, SARS-CoV-2),正在引起全球流行性新型冠状病毒病(Corona Virus Disease 2019, COVID-19),对全球公共卫生构成了重大危害^[2]。截至2021年1月15日,全球确诊感染SARS-CoV-2人数已超过1亿,死亡人数已达百万之多^[3]。SARS-CoV-2主要通过人与人之间的密切接触传播^[4],COVID-19患者的密切接触者人群是感染的重要来源^[5],密切接触者的识别有助于防止感染进一步传播。目前,SARS-CoV-2感染的诊断主要依靠流行病学史、临床表现、影像学检查及实验室检测,但实验室核酸检测仍是确诊SARS-CoV-2感染的金标准之一^[6]。然而,在中国COVID-19患者的密切接触者中,鲜有研究报道SARS-CoV-2核酸检测状况。本研究旨在了解中国SARS-CoV-2感染者的密切接触者人群SARS-CoV-2核酸阳性率情况,为中国筛查和防治密切接触者人群感染SARS-CoV-2的工作提供科学依据,特开展此meta分析。

1 材料与方法

1.1 资料来源

1.1.1 文献来源:收集2019年12月~2020年12月24日中国地区SARS-CoV-2感染者的密切接触者人群核酸检测相关文献,并追溯纳入文献的参考文献,以补充获得全部相关文献。

1.1.2 文献纳入与排除标准:纳入标准:①研究对象为SARS-CoV-2感染者的密切接触者,并且为中国人;②密切接触者进行了SARS-CoV-2核酸检测;③密切接触者及核酸检测人数可提取。排除标准:①综述、临床治疗相关文献;②病例报道文献;③非密切接触者;④检测方法学评价;⑤密切接触者未行SARS-CoV-2核酸检测或选择性检测。

1.2 方法

1.2.1 检索方法:以“SARS-CoV-2 or 2019-nCoV or COVID-19 and Close contact or cluster and nucleic acid testing or NAT”为检索方式,计算机检索PubMed, EMBASE;以“新型冠状病毒 or 新型冠状病毒肺炎 and 密切接触者 or 聚集 and 核酸检测”为关键词,检索中国期刊全文数据库(China National Knowledge Infrastructure, CNKI)、万方科技期刊全文数据库、维普中文科技期刊全文数据库(Chinese Weipu Database, VIP),均由2名人员独立检索文献。

依据既定的纳入与排除标准,根据文献题目和摘要获得初筛文献,全文阅读初筛获得的文献并提取数据。若有分歧,则由第三名作者与第四名作者协商决定。文献提取内容为:第一作者、发表时间、研究地点、密切接触人数、男/女、年龄、感染人员关系、感染方式、接触频率、标本类型、核酸检测阳性数。

1.2.2 文献评价:本次纳入文献为观察性研究,由2名人员独立采用美国卫生保健研究与质量机构(the Agency for Healthcare Research and Quality, AHRQ)推荐的条目进行质量评价。评价内容为11个条目,将评价结果(“是”、“不清楚”、“否”)以得分方式描述:每个条目评价为“是”得1分、“不清楚”得0.5分、“否”得0分。修改后的AHRQ量表满分为11分。

1.3 统计学分析 采用StataSE 15.0软件对纳入文献进行meta分析。纳入文献密切接触者核酸检测阳性率较低,采用Freeman-Tukey双反正弦转换法计算合并阳性率。转换后的率称为转换率,以tpda表示,并对转换率(tpda)进行meta统计。将转换率(tpda)转换成阳性率 $P \{ P = [\sin(tpda/2)]^2 \}$,以阳性率(P)及95%可信区间(confidence interval, CI)为效应量指标。以异质性评价指标 I^2 的大小评估各研究之间的异质性。当 $I^2 \leq 50\%$ 时,表明各研究间异质性可以接受,以固定效应模型分析数据;当 $I^2 \geq 50\%$ 时,认为各研究间异质性较大,采用随机效应模型。异质性较大时,根据性别、年龄、感染人员关系、感染方式、接触频率进行亚组分析,分析异质性来源;逐一剔除每篇文献,进行敏感度分析,以观察合并阳性率的稳定性。制作漏斗图及Egger法评估研究是否存在发表偏倚,以 $P > 0.05$ 为不存在发表偏倚。

2 结果

2.1 文献检索结果 检索初步获得文献562篇,其中英文337篇和中文225篇。EndNote软件去除重复43篇,剩余519篇。再根据纳入与排除标准,去除文献508篇,最终纳入文献11篇^[7-17],其中5篇英文文献^[7-11]和6篇中文文献^[12-17],见表1。SARS-CoV-2感染者的密切接触者人群样本量215~11 580例,密切接触者核酸检测阳性数8~515例。5篇文献^[8-9, 11, 16-17]可提取感染人员关系,3篇文献^[11, 16-17]可提取感染方式,2篇文献^[11, 16]可提取接触频率相关信息。

表1 密切接触者人群 SARS-CoV-2 核酸检测文献基本特征

作者	时间 (年)	质量分 (分)	地区	密接人群			标本类型	阳性数 (n)
				总数 (n)	男/女	年龄 (岁)		
HUNG ^[7]	2020	9	香港	215	不详	不详	鼻拭子	8
HUA ^[8]	2020	6	浙江	835	不详	不详	咽拭子	151
LIU ^[9]	2020	7.5	广东	11 580	6 183/5 397	>0	咽拭子	515
ZHAO ^[10]	2020	6.5	武汉	908	不详	不详	鼻拭子	38
BI ^[11]	2020	8.5	深圳	1 286	486/558(剩余不详)	>0	鼻拭子	98
高海军 ^[12]	2020	6	甘孜州	682	不详	不详	呼吸道	42
胡永峰 ^[13]	2020	8.5	武汉	3 807	不详	不详	不详	89
王晟 ^[14]	2020	9.5	某隔离酒店	738	不详	不详	鼻拭子	70
谢燕湘 ^[15]	2020	6.5	常德市	2 130	不详	不详	鼻拭子	21
许纯 ^[16]	2020	8	扬州市	725	348/377	>0	咽拭子	20
赵寒 ^[17]	2020	9	重庆市	2 000	1 061/939	>0	不详	136

2.2 中国地区 SARS-CoV-2 感染者的密切接触者人群 SARS-CoV-2 核酸阳性率 meta 分析 纳入密切接触者进行核酸检测总计 24 906 例, 阳性者 1 188 例。固定效应模型显示中国不同地区密切接触者核酸检测阳性率存在差异, $I^2=97.6\%$, $P<0.001$, 采

用随机效应模型进行转换率的合并, 合并的转换率 (tpda) 为 0.47 (95%CI: 0.38~0.56), 见图 1。经反正弦函数转换, 合并阳性率为 5.42% (95%CI: 3.57%~7.64%)。

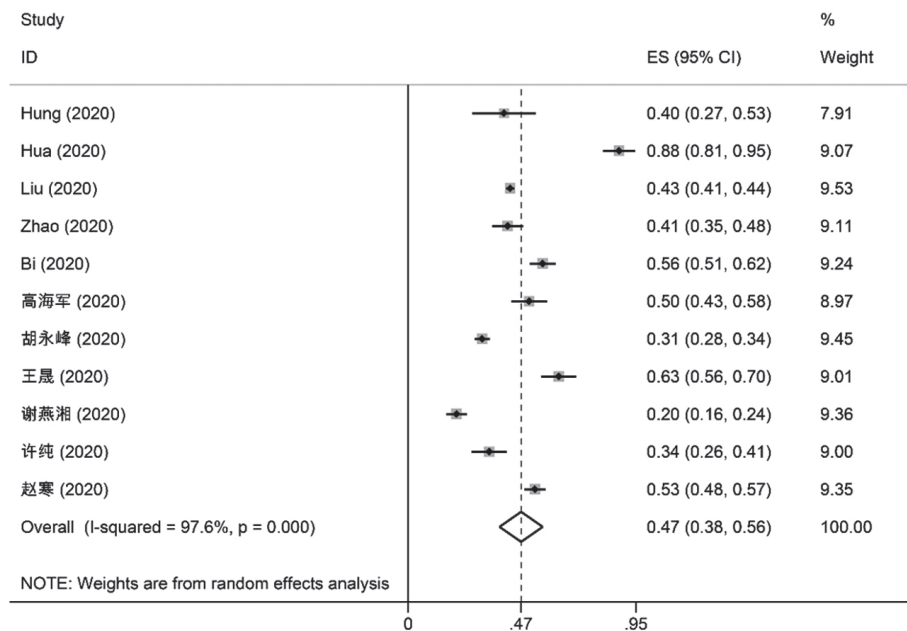


图1 密切接触者人群 SARS-CoV-2 核酸转换率 (tpda) 森林图

2.3 中国地区 SARS-CoV-2 感染者的密切接触者人群 SARS-CoV-2 核酸阳性率亚组分析 见表 2。为检验不同因素对中国地区 SARS-CoV-2 感染者的密切接触者人群 SARS-CoV-2 核酸阳性率的影响效果, 按性别^[9, 11, 16-17]、年龄^[9, 11, 16-17]、感染人员关系^[8-9, 11, 16-17]、感染方式^[11, 16-17]、接触频率^[11, 16]进行亚组分析。男性密切接触者 SARS-CoV-2 核酸阳性率为 4.35%, 女性为 6.36%; 年龄组中 0~9 岁、10~59 岁和 ≥ 60 岁

密切接触者 SARS-CoV-2 核酸阳性率分别为 5.88%, 4.76% 和 8.73%; 感染人员关系中家庭组密切接触者 SARS-CoV-2 核酸阳性率为 13.42%; 感染方式中共同生活组和聚餐组密切接触者 SARS-CoV-2 核酸阳性率分别为 11.44% 和 9.90%; 接触频率中偶尔接触、一般接触和经常接触的密切接触者 SARS-CoV-2 核酸阳性率分别为 1.32%, 6.12% 和 9.60%, 各亚组间阳性率差异具有统计学意义 (χ^2 值分别为 37.89,

93.66, 809.90, 74.68, 60.48, 均 $P < 0.001$)。

表 2 密切接触者人群 SARS-CoV-2 核酸阳性率亚组分析结果

组别		文献数 (<i>n</i>)	密接人数 (<i>n</i>)	阳性数 (<i>n</i>)	阳性率 * [% (95%CI)]	异质性		Pearson 卡方	
						<i>I</i> ² (%)	<i>P</i> 值	χ^2	<i>P</i> 值
性别	男	4	8 078	315	4.35 (2.86~6.36)	85.7	<0.001	37.89	<0.001
	女	4	7 271	440	6.36 (4.35~9.02)	89.0	<0.001		
年龄 (岁)	0~9	4	1 339	78	5.88 (4.76~7.37)	0	0.804	33.37	<0.001
	10~59	4	12 106	499	4.76 (3.03~6.86)	92.1	<0.001		
	≥ 60	4	1 930	177	8.73 (5.88~12.08)	73.5	0.010		
感染人员	关系家庭	5	4 643	637	13.42 (11.12~15.89)	78.3	0.001	809.90	<0.001
	其它	4	11 448	266	2.09 (0.81~3.95)	93.5	<0.001		
感染方式	共同生活	2	594	67	11.44 (9.02~14.10)	0	0.454	74.68	<0.001
	聚餐	3	1 336	124	9.90 (7.37~12.41)	50.1	0.135		
	其它	2	1 241	26	1.95 (1.00~3.38)	43.9	0.182		
接触频率	偶尔	2	596	8	1.32 (0.25~3.03)	56.8	0.128	60.48	<0.001
	一般	2	383	17	6.12 (0.90~15.16)	83.8	0.013		
	经常	2	646	76	9.60 (3.95~17.38)	78.0	0.033		

注: * 为经双反正弦转换法合并的阳性率。

2.4 中国地区 SARS-CoV-2 感染者的密切接触者人群 SARS-CoV-2 核酸阳性率文献敏感度分析 见图 2。逐一删除每一篇文献, 剩余 10 篇文献进行 meta 分析, 以评估对 meta 分析结果的影响。与剔除前比较, 中国地区 SARS-CoV-2 感染者的密切接触者人群 SARS-CoV-2 核酸阳性率及异质性变化不大, 说明结果较为稳健。

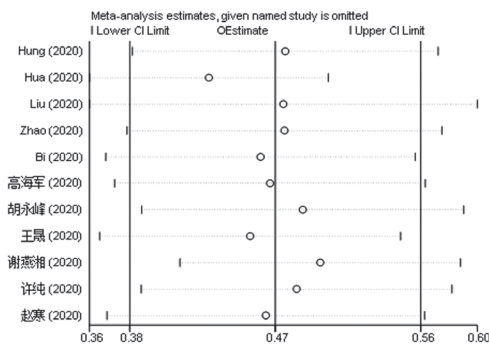


图 2 密切接触者人群 SARS-CoV-2 核酸阳性率文献敏感度分析结果

2.5 中国地区 SARS-CoV-2 感染者的密切接触者人群 SARS-CoV-2 核酸阳性率纳入文献发表偏倚评估 见图 3。将 11 篇文献绘制漏斗图, 散点图围绕中心线基本对称分布, 表明不存在发表偏倚。Egger 法定量检测发表偏倚, 偏倚无统计学意义 ($t=0.93$, $P=0.376$)。

3 讨论

SARS-CoV-2 在全球范围内感染人群, 正引起 COVID-19 大流行并迅速传播^[18]。为减少

COVID-2019 的传播, 清除 SARS-CoV-2, 人类采取了积极的应对措施。早诊断、早隔离、早治疗对限制 COVID-2019 的流行起到有效作用。CT 等影像学检查对 COVID-2019 患者的检出起到重要作用, 但影像学图像是非特异的, 而 COVID-2019 的确诊依赖实验室检测, 核酸检测是 SARS-CoV-2 检测的常用指标, 正助力于 SARS-CoV-2 的筛查与确诊。此 meta 分析显示, 中国地区 SARS-CoV-2 感染者的密切接触者人群存在一定的感染, SARS-CoV-2 核酸阳性率明显低于西班牙的 12%^[19], 亚组分析显示人群的性别、年龄、感染人员关系、感染方式、接触频率与 SARS-CoV-2 核酸阳性率有关。

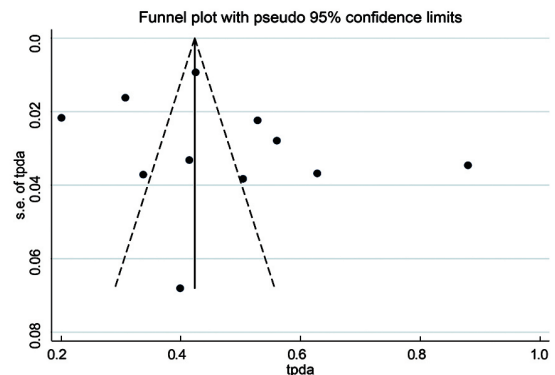


图 3 密切接触者人群 SARS-CoV-2 核酸阳性率的文献发表偏倚结果

本研究结果显示 COVID-2019 患者的女性密切接触者 SARS-CoV-2 核酸阳性率明显高于男性, 国

外研究亦表明女性 SARS-CoV-2 感染率更高^[20], 可能与 SARS-CoV-2 感染人体的机制有关。SARS-CoV-2 通过其刺突蛋白与人类血管紧张素转换酶 2 受体(angiotensin-converting enzyme 2, ACE2)结合, 进而感染机体^[21], 这是病毒进入细胞的关键步骤, 而人类 ACE2 表达由 X 性染色体编码, 女性有 2 条 X 染色体, 可表达更多的 ACE2^[22], 这可能是女性易感染 SARS-CoV-2 的原因。但与女性相比, 男性感染 SARS-CoV-2 后的住院率与死亡率更高^[23-24], 因此, 男性感染 SARS-CoV-2 同样不能忽视。

本 meta 分析显示中国地区 0~9 岁儿童 SARS-CoV-2 核酸阳性率较低, REHMAN 等^[25-26] 学者的研究亦证实儿童感染 SARS-CoV-2 的风险较低, 但其临床症状较轻, 容易忽视其传染性, 因此儿童感染不容忽视。10~59 岁人群 SARS-CoV-2 核酸阳性率最低, 这与国外相关研究^[27] 结果不同, 可能与中国人减少不必要的工作、学习等频繁社交活动有关。研究^[28] 报道, 随着年龄的增长, SARS-CoV-2 感染的易感性将增加, 但本研究显示, ≥ 60 岁人群 SARS-CoV-2 核酸阳性率最高, 但低于国外报道^[27], 可能与中国政府和公民及时积极应对 SARS-CoV-2 措施有关。一项对中国老年人预防 SARS-CoV-2 知识的调查^[29] 结果显示, 参与问卷调查的 1 501 例老年人对 SARS-CoV-2 相关知识的知晓率达 87%, 大多数老年人对 SARS-CoV-2 的预防有正确的认识, 如疫情期间勤洗手、屋内通风、减少不必要的外出和社交等, 并能采取积极的行动, 这可能是 ≥ 60 岁人群 SARS-CoV-2 核酸阳性率低于国外的原因。由于老年人感染 SARS-CoV-2 后重症风险增加、预后不良以及死亡的风险更大^[30-32], 因此应加大 ≥ 60 岁人群感染 SARS-CoV-2 的愈后工作。

疫情期间, 倡导减少不必要的外出, 尽量居家。本研究显示家庭成员之间 SARS-CoV-2 的核酸阳性率较高, 同国外报道的家庭密切接触人群 SARS-CoV-2 感染率 16.6%^[33] 基本一致, 因此家庭可能成为传播 SARS-COV-2 的重要场所。而人与人之间的接触距离和通风状态是 SARS-COV-2 传播的关键因素^[34]。聚餐人员 SARS-CoV-2 核酸阳性率较高, 可能是因为聚餐人员多为近距离接触, 室内通风不佳, 聚餐时未戴口罩, 长时间暴露所致。此外, 密切接触 COVID-19 患者的频率与较高的感染率相关, 随着接触频率的增加, 感染 SARS-COV-2 的机率增加, 这可能是共同生活人员 SARS-COV-2 核酸阳性率较高的因素。

敏感度分析显示, HUA^[8] 的研究对合并率影响最大, 其纳入人群均为家庭成员, 而家庭聚集性感染明显高于其它聚集类型, 但 meta 分析阳性率未出

现明显波动, 研究结果稳健。漏斗图定性显示基本对称和 Egger 法定量分析均提示不存在发表偏倚, 说明 meta 分析结果可靠。本研究尚存在一些不足: ①未能明确密切接触者 SARS-CoV-2 核酸阳性率与病毒载量的关系; ②研究发现血液中白细胞、肌酐、氧饱和度等生化指标与 COVID-19 感染者病程相关^[35], 未能探讨 COVID-19 感染者生化指标与 SARS-COV-2 核酸阳性率的相关性; ③对于 SARS-CoV-2 核酸检测阴性人群, 未进行 SARS-CoV-2 血清学抗体 IgM 和 IgG 确诊^[36-37]。

综上所述, 中国地区 SARS-COV-2 感染者的密切接触者存在一定的 SARS-COV-2 核酸阳性率, 密切接触人群的核酸检测有助于 SARS-COV-2 感染的及时诊断、COVID-19 患者的隔离与治疗, 对 COVID-19 疫情防治起到积极作用。

参考文献:

- [1] LU Roujian, ZHAO Xiang, LI Juan, et al. Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding[J]. The Lancet, 2020, 395(10224):565-574.
- [2] DONG Yetan, DAI Tong, LIU Jun, et al. Coronavirus in continuous flux: from SARS-CoV to SARS-CoV-2[J]. Advanced Science (Weinheim, Baden-Wurttemberg, Germany), 2020, 7(20): 2001474.
- [3] World Health Organization, Pan American Health Organization, 2021. Coronavirus disease(COVID-19) pandemic[EB/OL].<https://www.paho.org/en/topics/coronavirus-infections/coronavirus-disease-covid-19-pandemic>.
- [4] FEEHAN D M, MAHMUD A S. Quantifying population contact patterns in the United States during the COVID-19 pandemic[J]. Nature Communications, 2021, 12(1): 893.
- [5] MANIGANDAN S, WU M T, PONNUSAMY V K, et al. A systematic review on recent trends in transmission, diagnosis, prevention and imaging features of COVID-19[J]. Process Biochemistry (Barking, London, England), 2020, 98: 233-240.
- [6] 国家卫生健康委员会办公厅, 国家中医药管理局办公室. 国卫办医函〔2020〕680号: 新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第八版)[EB/OL]. [2020.8.18] <http://www.nhc.gov.cn/xcs/zhengcwj/202008/0a7bdf12bd4b46e5bd28ca7f9a7f5e5a/files/a449a3e2c94d9a856d5faea2ff0f94.pdf>.
General Office for National Health Commission, National Administration of Traditional Chinese Medicine. Medical Letter of the State Health Office [2020] No. 680: Diagnosis and treatment program of COVID-19 (Trial Eighth Edition) [EB/OL]. [2020.8.18]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/zhengcwj/202008/0a7bdf12bd4b46e5bd28ca7f9a7f5e5a/files/a449a3e2c94d9a856d5faea2ff0f94.pdf>.
- [7] HUNG I F N, CHENG V C C, LI Xin, et al. SARS-CoV-2 shedding and seroconversion among passengers

- quarantined after disembarking a cruise ship: a case series[J]. *The Lancet Infectious Diseases*, 2020, 20(9): 1051-1060.
- [8] HUA Chunzhen, MIAO Ziping, ZHENG Jishan, et al. Epidemiological features and viral shedding in children with SARS-CoV-2 infection[J]. *Journal of Medical Virology*, 2020, 92(11): 2804-2812.
- [9] LIU Tao, LIANG Wenjia, ZHONG Haojie, et al. Risk factors associated with COVID-19 infection: a retrospective cohort study based on contacts tracing[J]. *Emerging Microbes & Infections*, 2020, 9(1): 1546-1553.
- [10] ZHAO Dong, WANG Mengmei, WANG Ming, et al. Asymptomatic infection by SARS-CoV-2 in healthcare workers: A study in a large teaching hospital in Wuhan, China[J]. *International Journal of Infectious Diseases*, 2020, 99: 219-225.
- [11] BI Qifang, WU Yongsheng, MEI Shujiang, 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]. *The Lancet Infectious Diseases*, 2020, 20(8): 911-919.
- [12] 高海军, 张珽, 许光荣, 等. 四川省甘孜藏族自治州新型冠状病毒肺炎病例流行病学特征分析[J]. *疾病监测*, 2020, 35(9): 793-797.
- GAO Haijun, ZHANG Ting, XU Guangrong, et al. Epidemiological characteristics of coronavirus disease 2019 outbreak in Ganzi Tibetan Autonomous Prefecture, Sichuan[J]. *Disease Surveillance*, 2020, 35(9): 793-797.
- [13] 胡永峰, 刘立平, 姚喜清, 等. 武汉市某区新型冠状病毒肺炎密切接触者感染与发病流行病学特征分析[J]. *现代预防医学*, 2020, 47(21): 3993-3997.
- HU Yongfeng, LIU Liping, YAO Xiqing, et al. Epidemiological characteristics of the infection and incidence in close contacts of COVID-19 in some district, Wuhan [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2020, 47(21): 3993-3997.
- [14] 王晟, 刘兴态, 秦军, 等. 738例新型冠状病毒肺炎病例密切接触者核酸筛查结果分析[J]. *中国感染控制杂志*, 2020, 19(4): 297-300.
- WANG Sheng, LIU Xingtai, QIN Jun, et al. Nucleic acid screening results of 738 close contacts of coronavirus disease 2019 [J]. *Chinese Journal of Infection Control*, 2020, 19(4): 297-300.
- [15] 谢燕湘, 邓海斌, 谢朝梅, 等. 常德市重点人群新型冠状病毒感染流行病学调查分析[J]. *实用预防医学*, 2020, 27(7): 776-779.
- XIE Yanxiang, DENG Haibin, XIE Zhaomei, et al. Epidemiological investigation and analysis of 2019 novel coronavirus infection in key population in Changde city[J]. *Practical Preventive Medicine*, 2020, 27(7): 776-779.
- [16] 许纯, 董玉颖, 田婧琴, 等. 扬州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]. *江苏预防医学*, 2020, 31(3): 269-270, 274.
- XU Chun, DONG Yuyin, TIAN Jingchen, et al. Epidemiological characteristics of novel coronavirus pneumonia case close contacts in Yangzhou [J]. *Jiangsu Journal of Preventive Medicine*, 2020, 31(3): 269-270, 274.
- [17] 赵寒, 熊宇, 杨琳, 等. 重庆市新型冠状病毒肺炎传染性分析[J]. *国际流行病学传染病学杂志*, 2020, 47(3): 187-190.
- ZHAO Han, XIONG Yu, YANG Lin, et al. Analysis on the infectivity of COVID-19 in Chongqing [J]. *International Journal of Epidemiology and Infectious Disease*, 2020, 47(3): 187-190.
- [18] HARRISON A G, LIN Tao, WANG Penghua. Mechanisms of SARS-CoV-2 transmission and pathogenesis[J]. *Trends in Immunology*, 2020, 41(12): 1100-1115.
- [19] MARKS M, MILLAT-MARTINEZ P, OUCHI D, et al. Transmission of COVID-19 in 282 clusters in Catalonia, Spain: a cohort study[J]. *The Lancet Infectious Diseases*, 2021, 21(5): 629-636.
- [20] FORESTA C, ROCCA M S, DI NISIO A. Gender susceptibility to COVID-19: a review of the putative role of sex hormones and X chromosome[J]. *Journal of Endocrinological Investigation*, 2021, 44(8): 951-956.
- [21] MARKUS H, KLEINE-WEBER H, SCHROEDER S, et al. SARS-CoV-2 cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor[J]. *Cell*, 2020, 181(2): 271-280.e8.
- [22] TUKIAINEN T, VILLANI A C, YEN A, et al. Landscape of X chromosome inactivation across human tissues[J]. *Nature*, 2017, 550(7675): 244-248.
- [23] CHEN Nanshan, ZHOU Min, DONG Xuan, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study[J]. *Lancet*, 2020, 395(10223): 507-513.
- [24] GUAN Weiji, NI Zhengyi, HU Yu, et al. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China[J]. *New England Journal of Medicine*, 2020, 382(18): 1708-1720.
- [25] REHMAN S, MAJEED T, AZAM A M, et al. Current scenario of COVID-19 in pediatric age group and physiology of immune and thymus response[J]. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2020, 27(10): 2567-2573.
- [26] TÖNSHOFF B, MÜLLER B, ELLING R, et al. Prevalence of SARS-CoV-2 infection in children and their parents in southwest Germany[J]. *JAMA Pediatrics*, 2021. DOI:10.1001/jamapediatrics.2021.0001.
- [27] DE LUSIGNAN S, DORWARD J, CORREA A, et al. Risk factors for SARS-CoV-2 among patients in the Oxford Royal College of General Practitioners Research and Surveillance Centre primary care network: a cross-sectional study[J]. *The Lancet Infectious Diseases*, 2020, 20(9): 1034-1042.
- [28] MEYEROWITZ E A, RICHTERMAN A, GANDHI R T, et al. Transmission of SARS-CoV-2: A review of viral, host, and environmental factors[J]. *Annals of Internal Medicine*, 2021, 174(1): 69-79.
- [29] CHEN Ying, ZHOU Rui, CHEN Boyan, et al.

- Knowledge, perceived beliefs, and preventive behaviors related to COVID-19 among chinese older adults: cross-sectional web-based survey[J]. Journal of Medical Internet Research, 2020, 22(12): e23729.
- [30] CHENG Sijing, WU Dingfeng, LI Jie, et al. Risk factors for the critical illness in SARS-CoV-2 infection: a multicenter retrospective cohort study[J]. Respiratory Research, 2020, 21(1): 277.
- [31] BERTSIMAS D, LUKIN G, MINGARDI L, et al. COVID-19 mortality risk assessment: An international multi-center study[J]. PLoS One, 2020, 15(12): e0243262.
- [32] CHINNADURAI R, OGEDENGBE O, AGARWAL P, et al. Older age and frailty are the chief predictors of mortality in COVID-19 patients admitted to an acute medical unit in a secondary care setting- a cohort study[J]. BMC Geriatrics, 2020, 20(1): 409.
- [33] MADEWELL Z J, YANG Yang, LONGINI I J, et al. Household transmission of SARS-CoV-2: A systematic review and meta-analysis[J]. JAMA Network Open, 2020, 3(12): e2031756.
- [34] COURTEMACHE C, GARUCCIO J, LE A, et al. Strong social distancing measures in the United States reduced the COVID-19 growth rate[J]. Health Affairs (Project Hope), 2020, 39(7): 1237-1246.
- [35] 周玉平, 朱传新, 龚娇芳, 等. 新冠肺炎患者临床实验室检测结果分析[J]. 现代检验医学杂志, 2020, 35(2): 83-87.
- ZHOU Yuping, ZHU Chuanxin, GONG Jiaofang, et al. Analysis of clinical laboratory test results in patients with novel coronavirus pneumonia[J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2020, 35 (2): 83-87.
- [36] 童伟, 陈登奕, 陈俊文, 等. 2019-nCoV 总抗体两种免疫学检测方法的应用评价[J]. 现代检验医学杂志, 2020, 35(2): 80-82.
- TONG Wei, CHEN Dengyi, CHEN Junwen, et al. Application evaluation of two immunological detection methods of 2019-nCoV specific antibodies [J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2020, 35(2): 80-82.
- [37] 朱旭阳, 叶寒青, 陈文亥, 等. 新型冠状病毒肺炎患者血清 SARS-CoV-2 抗体的检测分析[J]. 现代检验医学杂志, 2020, 35(4): 106-108, 164.
- ZHU Xuyang, YE Hanqing, CHEN Wenhui, et al. Preliminary analysis of serum antibodies against SARS-CoV-2 in patient with coronavirus disease 2019[J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2020, 35(4): 106-108, 164.

收稿日期: 2021-03-25

修回日期: 2021-05-07

(上接第 118 页)

- [6] 彭钧, 李小月, 王万俊, 等. 安徽省安庆地区健康体检人群幽门螺旋杆菌感染调查及免疫学分型研究[J]. 现代检验医学杂志, 2021, 36(1): 18-21.
- PENG Jun, LI Xiaoyue, WANG Wanjun, et al. Investigation of *Helicobacter pylori* infection in health examination population in Anqing Area[J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2021, 36(1): 18-21.
- [7] 顾勇, 杨艳, 陈星如, 等. 陕西地区武警官兵幽门螺旋杆菌感染及抗生素耐药情况分析[J]. 解放军医学杂志, 2019, 44(11): 968-972.
- GU Yong, YANG Yan, CHEN Xingru, et al. Investigation and analysis of infection and antibiotic resistance of *Helicobacter pylori* in armed policemen in Shaanxi province[J]. Med J Chin PLA, 2019, 44(11): 968-972.
- [8] 王建保. 分析健康体检人群中幽门螺旋杆菌感染率的检出情况[J]. 中国社区医师, 2021, 37(3): 137-138.
- WANG Jianbao. Analysis of the infection rate of *Helicobacter pylori* in healthy people[J]. Chinese Community Doctor, 2021, 37(3): 137-138.
- [9] WROBLEWSKI L E, PRITCHARD D M, CARTER S, et al. Gastrin-stimulated gastric epithelial cell invasion: the role and mechanism of increased matrix metalloproteinase 9 expression[J]. The Biochemical Journal, 2002, 365(Pt 3): 873-879.
- [10] PARK J Y, FORMAN D, WASKITO L A, et al. Epidemiology of *Helicobacter pylori* and CagA-Positive infections and global variations in gastric cancer[J]. Toxins, 2018, 10(4): 163.
- [11] LINK A, LANGNER C, SCHIRRMMEISTER W, et al. *Helicobacter pylori* vacA genotype is a predominant determinant of immune response to *Helicobacter pylori* CagA[J]. World Journal of Gastroenterology, 2017, 23(26): 4712-4723.
- [12] ERŐSS B, FARKAS N, VINCZE Á, et al. *Helicobacter pylori* infection reduces the risk of Barrett's esophagus: A meta-analysis and systematic review[J]. Helicobacter, 2018, 23(4): e12504.
- [13] 薛倩, 李夏, 王宁, 等. 幽门螺旋杆菌感染与过敏性疾病相关性研究[J]. 中国综合临床, 2017, 33(5): 410-414.
- XUE Qian, LI Xia, WANG Ning, et al. Association between *Helicobacter pylori* infection and allergic diseases[J]. Clinical Medicine of China, 2017, 33(05): 410-414.
- [14] 王云溪, 王玉静, 歧红阳, 等. 消化内科患者幽门螺旋杆菌感染现状分析及其与胃肠疾病相关性探讨[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(7): 1535-1538.
- WANG Yunxi, WANG Yujing, QI Hongyang, et al. Status of *Helicobacter pylori* infection in patients of gastroenterology department and its correlation with gastrointestinal diseases [J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2017, 27(7): 1535-1538.
- [15] 包英, 杨元素, 罗丹. 健康体检成年人群幽门螺旋杆菌感染的相关因素研究[J]. 中国现代医学杂志, 2016, 26(12): 127-130.
- BAO Ying, YANG Yuansu, LUO Dan. Research of HP infection related factors in physical examination adults[J]. China Journal of Modern Medicine, 2016, 26(12): 127-130.

收稿日期: 2021-03-11

修回日期: 2021-03-25