

# 西陵区新冠血清抗体水平监测结果分析

谭礼艳, 王梦雪, 刘婷婷

宜昌市西陵区疾病预防控制中心, 湖北 宜昌

收稿日期: 2024年9月9日; 录用日期: 2024年10月1日; 发布日期: 2024年10月10日

## 摘要

目的: 了解西陵区新冠病毒人群抗体水平变化情况, 提前做好防疫物资和医疗资源的准备工作, 最大程度保护人民群众生命安全和身体健康, 最大限度减少疫情对经济社会发展的影响。方法: 采用描述性流行病学方法, 对西陵区本地人群新冠血清抗体监测资料进行统计分析。结果: 西陵区11月(第四轮)本地人群IgG滴度水平中位数为265.17 AU/mL, 较7月(第三轮)同人群IgG滴度水平(302.79 AU/mL)、4月(第二轮)同人群IgG滴度水平(302.60 AU/mL)和3月(第一轮)同人群IgG滴度水平(320.67 AU/mL)均显著下降( $P < 0.05$ )。结论: 西陵区本地人群IgG滴度水平仍处于较高水平, 免疫屏障已经建立, 且药物和医疗的可及性较之前更好, 后续应对可能出现的感染波峰, 发生医疗资源挤兑的可能性较低。

## 关键词

新冠病毒, 抗体水平, IgM, IgG

# Analysis of Monitoring Results of COVID-19 Serum Antibody Levels in Xiling District

Liyan Tan, Mengxue Wang, Tingting Liu

Xiling District Center for Disease Control and Prevention, Yichang Hubei

Received: Sep. 9<sup>th</sup>, 2024; accepted: Oct. 1<sup>st</sup>, 2024; published: Oct. 10<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

**Objective:** To understand the change of antibody level of COVID-19 population in Xiling District, prepare epidemic prevention materials and medical resources in advance, protect people's life safety and health to the greatest extent, and minimize the impact of the epidemic on economic and social development. **Methods:** Descriptive epidemiological methods were used to statistically analyze the monitoring data of COVID-19 serum antibody in local population in Xiling District. **Results:** The median IgG titer level of the local population in Xiling District in November (fourth round) was

265.17 AU/mL, which was significantly lower than the IgG titer levels of the same population in July (third round) (302.79 AU/mL), April (second round) (302.60 AU/mL), and March (first round) (320.67 AU/mL) ( $P < 0.05$ ). Conclusion: The IgG titer level of the local population in Xiling District is still at a high level, the immune barrier has been established, and the accessibility of drugs and medical care is better than before. It is less likely that there will be a medical resource crunch in response to possible infection peaks in the future.

## Keywords

COVID-19, Antibody Level, IgM, IgG

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

2020年3月3日, 国家卫生健康委员会发布的《新型冠状病毒肺炎诊疗方案》(试行第七版)[1], 新增加了抗体血清学检测作为诊断新冠病毒感染的另一关键依据。为进一步了解本地人群感染新冠病毒后 IgG 和 IgM 抗体水平, 对社区居民、重点人群、疫情早期感染人群、其他人群 4 类人群共 4013 人次开展调查随访, 结果报告如下:

## 2. 对象与方法

### 2.1. 调查对象

选取西陵区社区常住居民(居住时间  $\geq 6$  个月) 374 人, 医务人员 147 人、公安干警 24 人、养老机构工作人员 30 人, 其他参与疫情防控人员 40 人, 2022 年 10 月 9 日~11 月 12 日三峡职院中新冠病毒感染确诊人群 303 人, 其他人群 330 人, 共 1248 人被确定为参加调查人员, 排除拒绝给予知情同意或有静脉穿刺禁忌症的人。

### 2.2. 内容与方法

采用横断面调查和前瞻性队列相结合的方法, 分别于 3 月、4 月、7 月和 11 月开展一次横断面调查和三次血清学随访调查。横断面调查须面对面完成问卷调查, 并采集调查对象外周静脉血 5 mL 送至宜昌市中心人民医院采用化学发光法在 48 小时内完成新冠病毒 IgG 和 IgM 抗体的检测。

### 2.3. 统计分析

应用 Excel 2020 进行数据汇总, 采用 SPSS 25.0 进行分析, 定量资料不服从正态分布, 采用中位数描述, 以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 3. 结果

### 3.1. 第一轮人群抗体水平调查情况

3 月份西陵区新冠抗体水平横断面调查共计完成 1248 人的抗体检测与问卷调查。抗体水平结果显示, 全人群 IgG 阳性率 99.84%, 滴度水平中位数为 320.41 AU/mL, IgM 阳性率 0.64%, 滴度水平中位数为

0.33 AU/mL; 早期感染人群 IgG 和 IgM 滴度水平中位数分别为 314.90 AU/mL、0.38 AU/mL; 重点人群 IgG 和 IgM 滴度水平中位数分别为 322.49 AU/mL、0.30 AU/mL; 街道居民 IgG 和 IgM 滴度水平中位数分别为 324.81 AU/mL、0.29 AU/mL; 其他人群 IgG 和 IgM 滴度水平中位数分别为 329.01 AU/mL、0.26 AU/mL。见表 1。

**Table 1.** Median IgG and IgM titer levels in various populations (unit: AU/mL)

**表 1.** 各类人群 IgG 和 IgM 滴度水平中位数(单位: AU/mL)

人群分类	调查人数	IgG 滴度水平中位数	IgM 滴度水平中位数
早期感染人群	303	314.90	0.38
重点人群	241	322.49	0.30
街道居民	374	324.81	0.29
其他人群	330	329.01	0.26
合计	1248	320.41	0.33

### 3.2. 第二轮人群抗体水平调查情况

4 月份西陵区共计完成抗体水平随访调查 1159 人次(占基线人群的 92.87%), 失访主要为调查者出差在外地或调查者主动终止调查等原因。随访调查结果显示: IgG 阳性率 98.19%, 滴度水平中位数为 302.60 AU/mL; IgM 阳性率 0.26%, 滴度水平中位数为 0.31 AU/mL。较同人群 3 月份的抗体水平(320.67 AU/mL)有所衰减。

### 3.3. 第三轮人群抗体水平调查情况

7 月份西陵区共计完成抗体水平随访调查 842 人次, 失访主要为调查者出差在外地或调查者主动终止调查等原因。随访调查结果显示: IgG 阳性率 98.19%, 滴度水平中位数为 302.79 AU/mL; IgM 阳性率 0.12%, 滴度水平中位数为 0.59 AU/mL。经 5~6 月疫情小高峰后, IgG 和 IgM 滴度水平中位数呈现小幅上升趋势。

### 3.4. 第四轮人群抗体水平调查情况

11 月份西陵区共计完成抗体水平随访调查 764 人次, 失访主要为调查者出差在外地或调查者主动终止调查等原因。随访调查结果显示: IgG 阳性率 99.22%, 滴度水平中位数为 265.17 AU/mL; IgM 阳性率 0.78%, 滴度水平中位数为 0.43 AU/mL。较同人群 7 月份的抗体水平(302.79 AU/mL)有所下降。

### 3.5. 分年龄组抗体水平调查情况

0~19 岁年龄组 IgG 滴度水平中位数较其他年龄组高( $P < 0.05$ ), 其中 3 月(第一轮)为 329.08 AU/mL, 4 月(第二轮)为 318.55 AU/mL, 7 月(第三轮)为 323.52 AU/mL, 11 月(第四轮)为 284.51 AU/mL, 抗体水平逐渐降低, 在 7 月发生小高峰。在 7 月(第三轮)调查中, 经现场询问 4 月至采样前明确有感染(出现发热等症状, 或核酸/抗原结果阳性)的人数为 25 人, 占该人群总数的 6.96% (25/359), 该调查人群均为学生, 感染情况可能存在一定的信息偏倚和回忆偏倚。

20~39 岁年龄组 IgG 滴度水平中位数 3 月(第一轮)为 312.49 AU/mL, 4 月(第二轮)为 284.58 AU/mL, 7 月(第三轮)为 297.13 AU/mL, 11 月(第四轮)为 271.52 AU/mL, 抗体水平逐渐降低, 在 7 月发生小高峰。

在7月(第三轮)调查中,经现场询问4月至采样前明确有感染(出现发热等症状,或核酸/抗原结果阳性)的人数为24人,占该人群总数的12.63%(25/198)。

40~59岁年龄组IgG滴度水平中位数3月(第一轮)为308.19 AU/mL,4月(第二轮)为289.22 AU/mL,7月(第三轮)为281.91 AU/mL,略有下降,可能与该年龄组参与调查人数较少有关,11月(第四轮)为258.96 AU/mL,抗体水平持续降低。在7月(第三轮)调查中,经现场询问4月至采样前明确有感染(出现发热等症状,或核酸/抗原结果阳性)的人数为22人,占该人群总数的13.02%(22/169)。

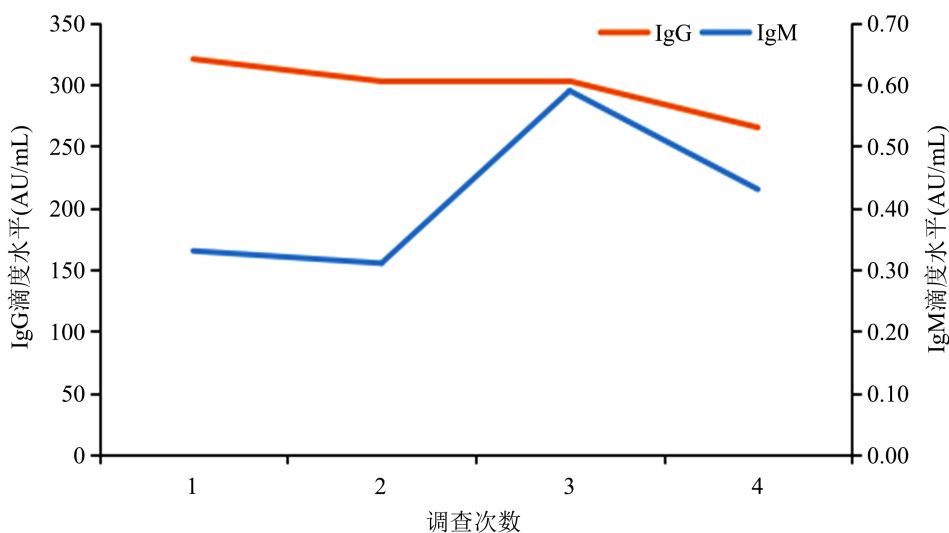
60岁及以上年龄组IgG滴度水平中位数3月(第一轮)为322.83 AU/mL,4月(第二轮)为275.88 AU/mL,7月(第三轮)为285.02 AU/mL,11月(第四轮)为230.19 AU/mL,抗体水平逐渐降低,在7月发生小高峰。在7月(第三轮)调查中,经现场询问4月至采样前明确有感染(出现发热等症状,或核酸/抗原结果阳性)的人数为5人,占该人群总数的4.31%(5/116)。见表2。

**Table 2.** IgG antibody titer level of four rounds of COVID-19 antibody survey in Xiling District (unit: AU/mL)

**表 2.** 西陵区四轮新冠抗体调查 IgG 抗体滴度水平(单位: AU/mL)

分类	第一轮		第二轮		第三轮		第四轮	
	3月横断面调查		4月随访调查		7月随访调查		11月随访调查	
	调查人数	IgG 抗体平均水平	调查人数	IgG 抗体平均水平	调查人数	IgG 抗体平均水平	调查人数	IgG 抗体平均水平
0~19岁	483	329.08	497	318.55	359	323.52	254	284.51
20~39岁	297	312.49	243	284.58	198	297.13	182	271.52
40~59岁	286	308.19	253	289.22	169	281.91	198	258.96
60岁及以上	182	322.44	166	275.88	116	285.02	130	230.19

### 3.6. 全程参与抗体水平调查情况



**Figure 1.** The titer level of the population who participated in the four rounds of serum antibody level surveys

**图 1.** 全程参与四轮血清抗体水平调查人群的滴度水平

全程参与四轮血清抗体水平调查和随访的人数为 336 人, 3 月(第一轮)血清抗体水平 IgG 滴度水平中位数为 324.28 AU/mL, IgM 滴度水平中位数为 0.28 AU/mL; 4 月(第二轮)血清抗体水平 IgG 滴度水平中位数为 308.22 AU/mL, IgM 滴度水平中位数为 0.28 AU/mL; 7 月(第三轮)血清抗体水平 IgG 滴度水平中位数为 310.30 AU/mL, IgM 滴度水平中位数为 0.30 AU/mL; 11 月(第四轮)血清抗体水平 IgG 滴度水平中位数为 281.00 AU/mL, IgM 滴度水平中位数为 0.21 AU/mL (见图 1)。3 月(第一轮)开展血清抗体水平调查时, 88.86% 的参与者在调查前感染新冠, 处于恢复期, 因此 IgG 和 IgM 滴度水平中位数较高; 4 月(第二轮)开展血清抗体水平调查时, IgG 和 IgM 滴度水平中位数均下降; 经 5~6 月疫情小高峰后, 7 月(第三轮)开展血清抗体水平调查时, IgG 和 IgM 滴度水平中位数呈现小幅上升趋势; 11 月(第四轮)开展血清抗体水平调查时, IgG 和 IgM 滴度水平中位数呈现大幅降低。

### 3.7. 疫苗接种剂次与新冠抗体水平关系

1248 名调查对象中, 接种疫苗 1239 人, 经卡方检验,  $\chi^2 = 0.00$ ,  $P = 1.00 > 0.05$ , 不存在统计学意义。按照疫苗接种剂次对人群进行了重新分类, 分为未接种(0 针)、全程接种(2 针)、加强接种(3、4 针)3 组, 排除仅接种 1 针的尚未完成全程接种的人群。统计发现各组间 IgG 和 IgM 滴度水平均存在统计学差异( $P < 0.05$ ), 使用 Bonferroni 校正法调整显著性水平, 两两比较发现加强接种和全程接种组的 IgG 滴度水平均高于未接种组( $P < 0.05$ ), 加强接种组的 IgG 滴度水平低于全程接种组( $P < 0.05$ ); 加强接种组的 IgM 滴度水平高于全程接种组( $P < 0.05$ ), 全程接种组的 IgM 滴度水平高于未接种组( $P < 0.05$ )。

### 3.8. 性别和基础疾病与新冠抗体水平关系

经统计发现, 女性 IgG 和 IgM 滴度水平均高于男性( $P < 0.05$ ), 见表 3。1248 名调查对象中, 有基础疾病 167 人, 无基础疾病 1081 人, 有基础疾病者和无基础疾病者的 IgG 和 IgM 滴度水平均无统计学差异( $P > 0.05$ )。见表 4。

**Table 3.** Impact of gender on COVID-19 antibody level

**表 3.** 性别对新冠抗体水平的影响

抗体	性别		Z 值	P 值
	男性	女性		
IgG (AU/mL)	297.52 (213.38, 353.75)	305.46 (234.47, 355.27)	-2.618	0.009
IgM (AU/mL)	0.27 (0.16, 0.54)	0.35 (0.20, 0.72)	-7.189	0.000

**Table 4.** Impact of basic diseases on antibody level of COVID-19

**表 4.** 基础疾病对新冠病毒抗体水平的影响

抗体	基础疾病		Z 值	P 值
	无	有		
IgG (AU/mL)	318.57 (250.21, 361.69)	328.30 (244.25, 366.31)	-0.624	0.532
IgM (AU/mL)	0.32 (0.19, 0.69)	0.35 (0.18, 0.97)	-0.657	0.511

### 3.9. 不同人群新冠抗体水平变化

不同人群的 IgG 滴度水平存在差异( $P < 0.05$ ), 使用 Bonferroni 校正法调整显著性水平, 两两比较发



现重点人群的 IgG 滴度水平低于街道居民和其他人群( $P < 0.05$ ), 且低于早期感染人群, 但无统计学差异( $P > 0.05$ ), 其他组间 IgG 滴度水平均无统计学差异( $P > 0.05$ )。不同人群的 IgM 滴度水平存在差异( $P < 0.05$ ), 使用 Bonferroni 校正法调整显著性水平, 两两比较发现其他人群的 IgM 滴度水平低于重点人群、街道居民和早期感染人群( $P < 0.05$ ), 其他组间 IgM 滴度水平均无统计学差异( $P > 0.05$ )。

#### 4. 讨论

新冠病毒是属于冠状病毒  $\beta$  属, 基因组为线性的单股正链 RNA, 是已知可感染人类的第 7 种冠状病毒。新冠病毒引发的疫情传播迅速, 对人民群众生命安全和身体健康造成了严重威胁[2]。通过对西陵区本地人群 4013 人次新冠抗体水平调查发现, 3 月(第一轮)抗体水平调查时, 全人群 IgG 滴度水平最高, 其次为 7 月(第三轮)抗体水平调查。11 月(第四轮)随访人群 0~19 岁组 IgG 滴度水平中位数为 284.51 AU/mL, 20~39 岁组为 271.52 AU/mL, 40~59 岁组为 258.96 AU/mL, 60 岁以上组为 230.19 AU/mL, 表明 IgG 抗体水平随着年龄组的升高而降低( $P < 0.05$ )。

一般认为机体在接触病毒时, IgM 抗体最早产生, 持续时间也短, 可以作为急性期感染的诊断指标, IgG 产生稍晚, 但持续时间较长, 血清 IgG 阳性提示中后期或既往感染[3] [4]。新冠病毒感染后, 患者在核酸转阴后抗体可持续存在, 因此抗体检测对于新冠病毒疫情的回顾性诊断及流行病学调查具有重要意义[5]。抗体水平的高低在一定程度上反映了个体对新冠病毒的免疫能力, 但并不代表可以对新冠病毒完全免疫。感染新冠病毒或完成新冠病毒疫苗全程接种或加强接种后, 抗体水平均在一定的水平后逐渐下降[6]-[8]。在此次调查中, 接种疫苗者的抗体水平高于未接种疫苗者, 表明接种疫苗可提高机体内抗体水平, 对提高免疫能力有积极作用。因此, 未接种疫苗的人群, 无论感染与否, 均应在合适的时间尽快接种新冠病毒疫苗。由于调查对象中接种第 4 剂加强接种人群数量较少(13 例), 对加强接种效果评估还需要进一步研究。

此外, 统计分析发现接种新冠疫苗与是否感染新冠病毒并无统计学关联。女性 IgG 和 IgM 滴度水平均高于男性, 有研究表明, 男性比女性更容易感染, 随着病毒暴发时间的延长, 男性确诊人数逐渐下降, 而女性的确诊比例开始上升, 女性的潜伏期更长。女性通常具有更强的免疫反应能力, 能够产生更多的抗体和记忆细胞, 也能更好地控制炎症反应[9]。有基础疾病者和无基础疾病者的 IgG 和 IgM 滴度水平均无统计学差异, 由于有基础疾病者仅占总人数的 13.38%, 两组样本量差距过大, 结果可能存在误差。

由于调查期间调查对象出差在外地或调查者主动终止调查等原因造成部分人员失访, 导致全程参与样本量较小, 结论可能存在一定局限性。西陵区 11 月(第四轮)抗体水平调查结果显示抽样人群 IgG 滴度水平中位数为 265.17 AU/mL, 较 7 月(第三轮)同人群 IgG 滴度水平(302.79 AU/mL)、4 月(第二轮)同人群 IgG 滴度水平(302.60 AU/mL)和 3 月(第一轮)同人群 IgG 滴度水平(320.67 AU/mL)均显著下降( $P < 0.05$ ), 但仍处于较高水平, 表明西陵区本地人群抗体免疫屏障仍存在。2023 年五一假期之后, 新型冠状病毒感染再次小幅度升高, 目前仍有散在个别病例。大部分人在首次感染以后体内还存在保护性抗体, 即使二次感染, 症状也相对较轻, 病程较前更短, 重症和危重病例出现的概率较低[10]。

2020 年 1 月 20 日国家卫生健康委员会将 COVID-19 纳入乙类传染病, 并采取甲类传染病的预防控制措施[11]。为控制新冠疫苗扩散蔓延态势, 2020 年 1 月下旬, 湖北、浙江等多个省(市、自治区)启动了突发公共卫生事件应急响应[12] [13]。随着疫情形势稳定向好, 湖北省自 2020 年 6 月转入新冠肺炎疫情常态化防控阶段。2023 年 12 月 26 日, 国家卫生健康委发布《关于对新型冠状病毒实施“乙类乙管”的总体方案》[14]。根据中国疾控中心监测报道目前我国主要流行的仍为 XBB 系列变异株, 其致病力较早期流行的奥密克戎变异株没有明显的变化。西陵区本地人群的免疫屏障已经建立, 且药物和医疗的可及性较之前更好, 后续应对可能出现的感染波峰, 发生医疗资源挤兑的可能性较低。但与低年龄组抗体水

平相比, 60岁及以上年龄组抗体水平较低, 再次感染的风险较高, 且存在基础性疾病的可能性大, 故仍需关注老年人群, 减少重症及死亡病例的发生。

## 参考文献

- [1] 国家卫生健康委办公厅, 国家中医药管理局办公室. 关于印发新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第七版)的通知[EB/OL]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/zhengcwj/202003/46c9294a7dfe4cef80dc7f5912eb1989.shtml>, 2022-10-01.
- [2] Huang, C., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., *et al.* (2020) Clinical Features of Patients Infected with 2019 Novel Coronavirus in Wuhan, China. *The Lancet*, **395**, 497-506. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30183-5)
- [3] 宋雅婷, 侯欣, 陆旻雅, 等. 新型冠状病毒血清特异性抗体检测技术应用探讨[J]. 协和医学杂志, 2020, 11(6): 649-653.
- [4] 黄悦, 庄春兰, 葛胜祥, 等. 2019年新型冠状病毒血清学检测的临床和公共卫生意义探讨[J]. 病毒学报, 2020, 36(3): 537-540.
- [5] 貌盼勇, 朱雷, 王佑春, 等. SARS-CoV 特异性抗体产生规律的初步研究[J]. 中华流行病学杂志, 2004, 25(10): 856-858.
- [6] Castro Dopico, X., Ols, S., Loré, K. and Karlsson Hedestam, G.B. (2021) Immunity to SARS-CoV-2 Induced by Infection or Vaccination. *Journal of Internal Medicine*, **291**, 32-50. <https://doi.org/10.1111/joim.13372>
- [7] Vadrevu, K.M., Ganneru, B., Reddy, S., Jogdand, H., Raju, D., Sapkal, G., *et al.* (2022) Persistence of Immunity and Impact of Third Dose of Inactivated COVID-19 Vaccine against Emerging Variants. *Scientific Reports*, **12**, Article No. 12038. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16097-3>
- [8] Abufares, H.I., Oyoum Alsoud, L., Alqudah, M.A.Y., Shara, M., Soares, N.C., Alzoubi, K.H., *et al.* (2022) COVID-19 Vaccines, Effectiveness, and Immune Responses. *International Journal of Molecular Sciences*, **23**, Article 15415. <https://doi.org/10.3390/ijms232315415>
- [9] Takahashi, T. and Iwasaki, A. (2021) Sex differences in immune responses. *Science*, **371**, 347-348. <https://doi.org/10.1126/science.abe7199>
- [10] 张蕊, 燕忠生, 牛小娟. “乙类乙管”疫情防控政策下甘肃省兰州市中青年人群新冠病毒感染的流行病学调查及思考[J]. 中国呼吸与危重监护杂志, 2023, 22(7): 480-485.
- [11] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 新型冠状病毒感染的肺炎纳入法定传染病管理的公告[EB/OL]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/zhengcwj/202001/44a3b8245e8049d2837a4f27529cd386.shtml>, 2022-04-20.
- [12] 湖北省人民政府. 湖北省人民政府关于加强新型冠状病毒感染的肺炎防控工作的通告[EB/OL]. [https://www.hubei.gov.cn/zfwj/ezf/202002/t20200220\\_2142431.shtml](https://www.hubei.gov.cn/zfwj/ezf/202002/t20200220_2142431.shtml), 2022-04-20.
- [13] 丁哲渊, 吴昊澄, 吴晨, 等. 浙江省新型冠状病毒肺炎疫情应急响应期间其他法定传染病监测分析[J]. 疾病监测, 2020, 35(8): 746-752.
- [14] 国家卫生健康委员会. 《关于对新型冠状病毒感染实施“乙类乙管”的总体方案》解读问答[J]. 中国新闻发布(实务版), 2023(1): 21-24.