·专题报道——传染病预防与控制·

2020—2024 年河北省麻疹和风疹疑似病例血清学分析：基于常规监测数据

王晶辉，许晓萌，王伟，王亚菲，孙丽，丛艳丽，崔世恒

河北省疾病预防控制中心，石家庄 050021
通信作者：崔世恒，E-mail：15633691560@163.com

【摘　要】目的 了解 2020—2024 年河北省麻疹和风疹疑似病例免疫球蛋白 M(IgM)抗体检测状况及其流行病学特征，为推动麻疹和风疹防控工作的有效开展提供关键技术支撑。**方法** 采用酶联免疫吸附试验(ELISA)对 2020 年 1 月 1 日—2024 年 12 月 31 日采集的河北省疑似麻疹和风疹病例血清样本进行 IgM 抗体检测及结果分析。**结果** 2020—2024 年河北省共检测麻疹和风疹疑似病例血清样本 8 064 份，其中麻疹 IgM 抗体阳性 214 份，阳性率为 2.65%；风疹 IgM 抗体阳性 80 份，阳性率为 0.99%。2020、2021、2022、2023、2024 年麻疹和风疹 IgM 抗体阳性率分别为 5.38% 和 2.30%、2.70% 和 0.97%、2.05% 和 0.85%、1.89% 和 0.54%、1.58% 和 0.47%，2020—2024 年河北省麻疹和风疹疑似病例 IgM 抗体阳性率均呈下降趋势(均 P<0.001)。2020—2024 年河北省麻疹和风疹疑似病例中每月均有麻疹和风疹阳性病例检出，均以 1 月份检出的 IgM 抗体阳性率为最高，分别为 18.67% 和 12.03%。2020—2024 年河北省各市麻疹和风疹疑似病例中均有麻疹和风疹阳性病例检出，麻疹和风疹 IgM 抗体阳性率最高的地区分别为沧州市(4.73%)和秦皇岛市(4.21%)。男性和女性麻疹疑似病例 IgM 抗体阳性率分别为 2.75% 和 2.54%；风疹疑似病例 IgM 抗体阳性率分别为 1.11% 和 0.86%；不同性别麻疹和风疹 IgM 抗体阳性率差异均无统计学意义(均 P>0.05)；年龄<8 个月、8 个月～4 岁、5～9 岁、10～19 岁和≥20 岁麻疹疑似病例 IgM 抗体阳性率分别为 3.77%、3.95%、1.45%、1.99% 和 1.40%；风疹疑似病例 IgM 抗体阳性率分别为 0.94%、0.70%、0.65%、4.47% 和 0.75%；不同年龄麻疹和风疹 IgM 抗体阳性率差异均有统计学意义(均 P<0.001)；无免疫史、有 1 剂次免疫史和有 2 剂次免疫史麻疹疑似病例 IgM 抗体阳性率分别为 2.80%、8.46% 和 0.79%；风疹疑似病例 IgM 抗体阳性率分别为 1.16%、1.34% 和 0.76%；不同免疫史麻疹 IgM 抗体阳性率差异有统计学意义(χ^2=209.186, P<0.001)，风疹 IgM 抗体阳性率差异无统计学意义(P>0.05)。**结论** 2020—2024 年河北省麻疹和风疹疑似病例 IgM 抗体阳性率呈下降趋势，1 月份阳性率最高，沧州市和秦皇岛市分别为麻疹和风疹的重点防控地区，麻疹预防主要以小年龄组和未完成全程接种人群为主，风疹预防主要以 10～19 岁年龄组人群为主。

【关键词】 麻疹；风疹；疑似病例；血清学检测；免疫球蛋白 M(IgM)抗体；河北省

Serological test results of suspected measles and rubella cases in Hebei province from 2020 to 2024: a study based on routine surveillance data

WANG Jinghui, XU Xiaomeng, WANG Wei, WANG Yafei, SUN Li, CONG Yanli, CUI Shiheng (*Hebei Province Center for Disease Prevention and Control*, *Shijiazhuang* 050021, *China*)
Corresponding author: CUI Shiheng, E-mail: 15633691560@163.com

【Abstract】 Objective To analyze the detection status and epidemiological characteristics of immunoglobulin M (IgM) antibodies of suspected measles and rubella cases in Hebei province from 2020 to 2024, thus providing technical support for optimizing the prevention and control strategies. **Methods** Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) was employed to detect IgM antibodies in the serum samples of suspected measles and rubella cases in Hebei province from January 1, 2020 to December 31, 2024, and the test results were analyzed. **Results** A total of 8 064 serum samples were tested. Among them, 214 (2.65%) were positive for measles IgM antibodies, and 80 (0.99%) were positive for rubella IgM antibodies. The years 2020, 2021, 2022, 2023, and 2024 showed the annual positive rates of measles IgM antibodies being 5.38%, 2.70%, 2.05%, 1.89%, and 1.58% and the annual positive rates of rubella IgM antibodies being 2.30%, 0.97%, 0.85%, 0.54%, and 0.47%, respectively. The IgM antibody positive rates of both measles and rubella showed a declining trend from 2020 to 2024 (all P < 0.001). From 2020 to 2024, positive cases of both measles and rubella were detected among the suspected cases every month. The highest monthly positive rates for both measles (18.67%) and rubella (12.03%) occurred in January. Geographically, Cangzhou city had the highest measles IgM positive rate (4.73%), while Qinhuangdao city had the highest rubella IgM positive rate (4.21%). No significant gender difference (P > 0.05) was observed in the IgM antibody positive rate for measles (2.75% in males vs. 2.54% in females) or rubella (1.11% in males vs. 0.86% in females). Age-specific analysis revealed significant variations (P < 0.001). Specifically, the age groups of < 8 months, 8 months to 4 years, 5 to 9 years, 10 to 19 years, and ≥ 20 years showed the IgM antibody positive

开放获取：CC BY-NC-ND 4.0 DOI：10.11847/zgggws1146945
基金项目：河北省医学科学研究课题计划(20240813)
第一作者：王晶辉(1984—)，副主任技师，硕士，研究方向：流行病与卫生统计学。
收稿日期：2025-01-14 修回日期：2025-03-25 录用日期：2025-08-29
利益冲突：不存在 伦理审查：已获取 出版授权：全体作者已与编辑部签署作者贡献声明及版权转让协议

rates of measles being 3.77%, 3.95%, 1.45%, 1.99%, and 1.40% and the IgM antibody positive rates of rubella being 0.94%, 0.70%, 0.65%, 4.47%, and 0.75%, respectively. The IgM antibody positive rates of measles in suspected cases with no vaccination, one-dose vaccination, and two-dose vaccination were 2.80%, 8.46%, and 0.79%, respectively, showing significant differences (χ^2 = 209.186, P < 0.001). The IgM antibody positive rates of rubella in suspected cases with no vaccination, one-dose vaccination, and two-dose vaccination were 1.16%, 1.34%, and 0.76%, respectively, showing no significant difference (P > 0.05). **Conclusions** The IgM antibody positive rates of measles and rubella in suspected cases in Hebei province consistently declined from 2020 to 2024, being the highest in January. Cangzhou and Qinhuangdao were identified as key areas for the prevention and control of measles and rubella, respectively. Measles prevention should prioritize younger age groups and individuals who have not completed the full vaccination course, whereas rubella prevention efforts should focus on the population of 10 - 19 years old.

【Keywords】 measles; rubella; suspected cases; serological test; IgM antibody; Hebei province

麻疹和风疹是中国法定乙类和丙类传染病，作为急性呼吸道传染病对公众健康构成严重威胁[1–4]。其中，麻疹由麻疹病毒引起，有高热、咳嗽、流涕、眼结膜炎和口腔黏膜斑等症状，通常在发热 3～4 d 后出疹，可并发肺炎、喉炎、脑炎等，严重者甚至致死[1–2,5]。风疹则由风疹病毒所致，多表现为低热、皮疹、耳后及枕部淋巴结肿大，病情相对较轻，但孕妇尤其是妊娠早期孕妇感染风疹病毒后易致胎儿先天性风疹综合征（congenital rubella syndrome, CRS），引发流产、死胎或胎儿畸形[6–8]。酶联免疫吸附试验（enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA）作为重要的实验室诊断方法[9–11]，可检测患者血清中麻疹和风疹免疫球蛋白 M（immunoglobulin M, IgM）抗体，辅助早期诊断、精准防控，为制定防控策略、评估免疫效果和监测疫情动态提供科学依据，对河北省乃至全国消除麻疹、控制风疹意义重大。为了解 2020—2024 年河北省麻疹和风疹疑似病例 IgM 抗体检测状况及其流行病学特征，为推动麻疹和风疹防控工作的有效开展提供关键技术支撑，本研究采用 ELISA 法对 2020 年 1 月 1 日—2024 年 12 月 31 日采集的河北省疑似麻疹和风疹病例血清样本进行 IgM 抗体检测。现将结果报告如下。

1 材料与方法

1.1 样本来源　收集 2020 年 1 月 1 日—2024 年 12 月 31 日河北省 11 个地级市各级医疗机构采集的疑似麻疹和风疹病例血清样本。纳入标准为：发热伴出疹，体温≥38 ℃，伴有咳嗽、流涕、眼结膜充血等症状，且出疹顺序、形态符合麻疹或风疹特征；临床医生初步诊断为麻疹或风疹疑似病例。排除标准：已明确诊断为其他发热出疹性疾病，如猩红热、幼儿急疹等；标本采集不合格，如溶血、污染、量不足；病例信息不完整，无法追溯流行病学史。本研究经河北省疾病预防控制中心伦理委员会审查批准（批号为：IRBS2023-013）。

1.2 样本采集与处理　在病例就诊后，由专业医护人员采集其静脉血 3～5 mL，室温静置 30～60 min 使血液凝固，再离心 10～15 min 分离血清，并将血清转移至无菌 EP 管。采集后血清标本 2～8 ℃冷藏暂存，7 d 内用冷链运输至河北省各级疾病控制中心实验室；若无法及时运送，则置−20 ℃以下低温保存，避免反复冻融，确保样本质量稳定，以满足后续血清学检测要求。

1.3 检测方法　采用 ELISA 法对麻疹和风疹 IgM 抗体进行检测。检测过程严格遵循相关操作规范及试剂盒说明书要求执行，确保实验操作标准化、规范化，以获取准确可靠的检测结果。

1.4 质量控制　为确保检测结果准确可靠，实施严格质量控制措施。对省、市、县三级疾病预防控制中心检验科从事麻疹和风疹血清学检测人员进行专业项培训，且熟练掌握 ELISA 操作技能、结果判读标准及质量控制要点。选用经国家市场监督管理总局批准、灵敏度和特异性高、批间差异小的 ELISA 检测试剂盒。仪器设备定期校准维护，确保正常运行。实验结束审核数据，双人核对结果，确保无误后报告。

1.5 统计分析　采用 Excel 2016 软件进行一般描述性分析、$\chi^2_{趋势}$检验和 χ^2 检验。检验水平 α=0.05（双侧）。

2 结　果

2.1 2020—2024 年河北省麻疹和风疹疑似病例 IgM 抗体检测阳性率　2020—2024 年河北省共检测麻疹和风疹疑似病例血清样本 8 064 份，其中麻疹 IgM 抗体阳性 214 份，阳性率为 2.65%；风疹 IgM 抗体阳性 80 份，阳性率为 0.99%。2020、2021、2022、2023、2024 年麻疹和风疹 IgM 抗体阳性率分别为 5.38%（84/1 562）和 2.30%（36/1 562）、2.70%（36/1 334）和0.97%（13/1 334）、2.05%（29/1 416）和0.85%（12/1 416）、1.89%（35/1 853）和 0.54%（10/1 853）、1.58%（30/1 899）和 0.47%（9/1 899）。2020—2024 年河北省麻疹和风疹疑似病例 IgM 抗体阳性率均呈下降趋势（$\chi^2_{趋势}$=59.562、36.759，均 P<0.001）。

2.2 时间分布（表 1）　2020—2024 年河北省麻疹和风疹疑似病例中每月均有麻疹和风疹阳性病例检出，不同月份麻疹和风疹疑似病例 IgM 抗体

阳性率不同，差异均有统计学意义（χ^2=282.189、323.172，均 P<0.001）。麻疹和风疹疑似病例均以 1 月份检出的 IgM 抗体阳性率为最高。

表 1　2020—2024 年河北省不同月份麻疹风疹疑似病例 IgM 抗体阳性率比较

Table 1　Comparison of the positive rates of IgM antibodies in suspected measles and rubella cases in different months in Hebei province from 2020 to 2024

月份	疑似病例数/例	麻疹IgM抗体		风疹IgM抗体	
		阳性数/例	阳性率/%	阳性数/例	阳性率 /%
1月	241	45	18.67	29	12.03
2月	229	15	6.55	5	2.18
3月	682	24	3.52	5	0.73
4月	639	8	1.25	2	0.31
5月	807	17	2.11	3	0.37
6月	709	18	2.54	4	0.56
7月	665	21	3.16	10	1.50
8月	717	16	2.23	6	0.84
9月	929	12	1.29	3	0.32
10月	1 094	13	1.19	3	0.27
11月	823	12	1.46	6	0.73
12月	529	13	2.46	4	0.76

2.3　地区分布（表 2）　2020—2024 年河北省麻疹和风疹疑似病例中各市均有麻疹和风疹阳性病例检出，不同地区麻疹和风疹疑似病例 IgM 抗体阳性率不同，差异均有统计学意义（χ^2=41.459 和 43.839，均 P<0.001），其中麻疹和风疹 IgM 抗体阳性率最高的地区分别为沧州市和秦皇岛市。

表 2　2020—2024 年河北省不同地区麻疹风疹疑似病例 IgM 抗体阳性率比较

Table 2　Comparison of the positive rates of IgM antibodies in suspected measles and rubella cases in different regions of Hebei province from 2020 to 2024

地区/市	疑似病例数/例	麻疹IgM抗体		风疹IgM抗体	
		阳性数 /例	阳性率/%	阳性数 /例	阳性率/%
石家庄	1 294	31	2.40	9	0.70
唐山	531	19	3.58	12	2.26
秦皇岛	309	9	2.91	13	4.21
邯郸	1 048	47	4.48	2	0.19
邢台	832	7	0.84	3	0.36
保定	1 466	31	2.11	10	0.68
张家口	315	1	0.32	4	1.27
承德	432	12	2.78	5	1.16
沧州	910	43	4.73	11	1.21
廊坊	389	7	1.80	6	1.54
衡水	538	7	1.30	5	0.93

2.4　人群分布（表 3）　2020—2024 年河北省男性和女性麻疹、风疹疑似病例比较，不同性别麻疹和风疹疑似病例 IgM 抗体阳性率差异均无统计学意义（均 P>0.05）；年龄<8 个月、8 个月～4 岁、5～9 岁、10～19 岁和≥20 岁麻疹、风疹疑似病例比较，不同年龄麻疹和风疹疑似病例 IgM 抗体阳性率差异均有统计学意义（均 P<0.001）。无免疫史、有 1 剂次免疫史和有 2 剂次免疫史麻疹、风疹疑似病例比较，不同免疫史麻疹疑似病例 IgM 抗体阳性率差异有统计学意义（χ^2=209.186，P<0.001）；风疹疑似病例 IgM 抗体阳性率差异无统计学意义（P>0.05）。

表 3 2020—2024 年河北省不同特征人群麻疹风疹疑似病例 IgM 抗体阳性率比较
Table 3 Comparison of the positive rates of IgM antibodies in suspected measles and rubella cases with different characteristics in Hebei province from 2020 to 2024

人群特征	分类	疑似病例数/例	麻疹IgM抗体		风疹IgM抗体	
			阳性数/例	阳性率/%	阳性数/例	阳性率/%
性别	男性	4 247	117	2.75	47	1.11
	女性	3 817	97	2.54	33	0.86
年龄	<8个月	212	8	3.77	2	0.94
	8个月～4岁	3 593	142	3.95	25	0.70
	5～9岁	1 375	20	1.45	9	0.65
	10～19岁	604	12	1.99	27	4.47
	≥20岁	2 280	32	1.40	17	0.75
免疫史	无	2 929	82	2.80	34	1.16
	1剂次	1 194	101	8.46	16	1.34
	2剂次	3 941	31	0.79	30	0.76

3 讨　论

麻疹和风疹作为常见的急性呼吸道传染病，严重威胁公众健康，尤其对儿童和易感人群影响明显。因此，对其流行特征和防控策略进行研究十分重要。本研究结果显示，2020—2024 年河北省共检测麻疹和风疹疑似病例血清样本 8 064 份，其中麻疹和风疹 IgM 抗体阳性率分别为 2.65% 和 0.99%，低于 2017—2021 年陕西省汉中市[12] 和 2018—2021 年河南省[13] 研究结果。且随时间推移，河北省麻疹和风疹 IgM 抗体阳性率呈下降趋势，这可能与目前处于麻疹消除阶段以及近年来全国新型冠状病毒感染疫情防控干预措施的影响导致麻疹和风疹等呼吸道传染病的降低有关。

在时间分布上，2020—2024 年河北省麻疹和风疹疑似病例中每月均有麻疹和风疹阳性病例检出，但均以 1 月份检出的 IgM 抗体阳性率为最高，与栾旭波等[14] 和王娟等[15] 研究结果相似。提示冬春季为麻疹和风疹的高发时段。这可能与冬季人群室内活动增多、通风不良，利于病毒传播有关。因此，在高发季节前需加强疫情监测与防控措施，如强化公共场所通风换气、减少人员聚集等，特别是在学校、幼儿园等人群密集场所，更应提前做好预防工作；同时还需提高各级检测机构实验室检测能力，确保在高发季节实验室检测结果的及时性和准确性。此外，麻疹和风疹的发病时间有重合，提示相关部门在做好麻疹和风疹季节性防控的同时，还要防止两种病毒的混合传播。

在地区分布上，2020—2024 年河北省麻疹和风疹疑似病例中各市均有麻疹和风疹阳性病例检出，不同地区麻疹和风疹疑似病例 IgM 抗体阳性率不同，差异均有统计学意义（χ^2=41.459、43.839，均 P<0.001）。其中麻疹和风疹 IgM 抗体阳性率最高的地区分别为沧州市和秦皇岛市。河北省麻疹和风疹地区分布情况与其他地区研究中发现的人口密集和经济发达地区易出现病例聚集现象的结果相符。如北京市海淀区[16] 部分街道办事处因人口流动大、人员密集，麻疹和风疹阳性率较高。因此，对于河北省重点地区应加大防控资源投入，优化免疫服务体系，确保疫苗接种覆盖率，同时加强疫情监测与预警能力建设，及时发现并处置疫情。

在人群分布中，性别对麻疹和风疹 IgM 抗体阳性率无显著影响，与刘凤[17] 和王国玲等[18] 研究结果一致。麻疹 IgM 抗体阳性率在 8 个月～4 岁年龄组最高（3.95%），可能与低龄儿童因免疫系统发育不完善和疫苗接种程序未完成等因素有关，提示麻疹防控人群还是应以小年龄段人群为主；风疹 IgM 抗体阳性率在 10～19 岁年龄组最高（4.47%），则可能是因为该年龄段人群前期接种率不高，且随着时间推移，抗体滴度逐渐降低，无法形成有效免疫屏障。在免疫史方面，1 剂次免疫史组麻疹 IgM 抗体阳性率最高（8.46%），可能与初始免疫失败有关，部分人群接种 1 剂次疫苗后免疫系统未产生足够的抗体或者免疫反应较弱，无法有效抵抗麻疹病毒的侵入。因此，建议针对不同年龄和免疫史人群采取精准防控策略，如严格按照免疫规划程序、确保适龄儿童及时接种疫苗、对无免疫史人群进行查漏补种，同时加强对青少年等重点人群的健康教育，提高其自我防护意识。

综上所述，2020—2024 年河北省麻疹和风疹疑似病例麻疹和风疹防控工作需综合考虑时间、地区和人群等因素，制定具有针对性的防控策

略，并加强疫苗接种工作，尤其是重点人群和易感人群；强化疫情监测与预警，特别是在高发季节和重点地区，同时提高公众健康意识以促进个人防护措施的落实。但本研究仅分析了 2020—2024 年河南省的数据，同时仅依赖 ELISA 检测 IgM 抗体，而未结合病毒核酸检测进行结果验证，可能会因假阳性/假阴性而影响结果准确性。因此，在后续的研究中可进一步扩大样本量，深入探讨影响麻疹和风疹流行的因素（如病毒变异和环境因素等）；从而为防控策略优化提供更有力依据，以降低麻疹和风疹发病率，消除麻疹，保障公众健康。

数据可用性声明：本研究数据包含了参与者的个人信息、健康状况等敏感内容。在整个研究过程中，研究团队采取了多重数据保护措施，如数据加密、匿名化处理等，以确保数据的安全性和保密性。鉴于数据的敏感性质，无法公开原始数据。

参考文献

[1] He Q, Fan S J, Xue Z X, et al. Waning of maternal antibody against measles virus in Shufu, China[J]. Human Vaccines and Immunotherapeutics, 2022, 18(6): 2045854.

[2] 王禹, 张玉林. 麻疹发病机制的研究进展 [J]. 中华传染病杂志, 2022, 40(7): 439-441.

[3] Cui A L, Wang H L, Zhu Z, et al. Measles vaccine-associated rash illness in China: an emerging issue in the process of measles elimination[J]. Journal of Clinical Microbiology, 2020, 58(11): e01472-20.

[4] 李媛秋, 马超, 郝利新, 等. 中国 2018—2019 年风疹流行病学特征 [J]. 中国疫苗和免疫, 2021, 27(1): 62-66.

[5] Gungor K, Bukavaz S, Ekuklu G. Measles outbreak in the adult age group: clinical, laboratory, and epidemiological features of the 11 patients admitted to the hospital[J]. Journal of Medical Virology, 2024, 96(4): e29583.

[6] Plotkin S A. Rubella eradication: not yet accomplished, but entirely feasible[J]. Journal of Infectious Diseases, 2021, 224(S2): S360-S366.

[7] Zhuo Y N, Lu Z J, Zhang X C, et al. Rubella antibody levels in the healthy Chinese population: a meta-analysis[J]. Frontiers in Immunology, 2024, 15: 1472189.

[8] 余文, 袁书益, 李立群, 等. 云南省边境地区人群风疹抗体水平及免疫策略分析 [J]. 中国公共卫生, 2021, 37(11): 1631-1634.

[9] Vittrup D M, Jensen A, Malon M, et al. Comparison of measles plaque reduction neutralization test (PRNT) and measles virus-specific IgG ELISA for assessment of immunogenicity of measles-mumps-rubella vaccination at 5-7 months of age and maternal measles antibodies[J]. Vaccine: X, 2024, 20: 100548.

[10] Sowers S B, Anthony K, Mercader S, et al. Performance characteristics of six immunoglobulin M enzyme-linked immunosorbent assays used for laboratory confirmation of measles[J]. Journal of Clinical Microbiology, 2022, 60(12): e0122722.

[11] 肖正斌, 陈恺韵, 王琳, 等. 上海市社区居民戊型病毒性肝炎亚临床感染现状及其影响因素分析 [J]. 中国公共卫生, 2022, 38(3): 266-270.

[12] 张久丁, 韩亦非, 邓彤, 等. 2017—2021 年汉中市麻疹风疹疑似病例检测结果分析 [J]. 预防医学情报杂志, 2023, 39(7): 826-829, 841.

[13] 王文慧, 豆巧华, 丰达星, 等. 2018—2021 年河南省麻疹风疹疑似病例标本检测结果及实验室网络运转情况 [J]. 河南预防医学杂志, 2023, 34(1): 64-67.

[14] 栾旭波, 陈玉莲, 李华峰, 等. 2010—2019 年新乡市麻疹、风疹疑似病例 IgM 抗体检测结果分析 [J]. 现代预防医学, 2020, 47(24): 4511-4515, 4531.

[15] 王娟, 何军霞, 田香红. 2014—2021 年平凉市疑似麻疹、风疹病例检测结果分析 [J]. 中国初级卫生保健, 2024, 38(7): 60-62.

[16] 施丽飞, 焦莉洁, 尹可欣, 等. 2013—2018 年北京市海淀区麻疹血清学检测阳性病例流行病学特征分析 [J]. 中国卫生统计, 2020, 37(1): 40-42.

[17] 刘凤. 2014—2018 年天津市南开区疑似麻疹病例血清学和病毒核酸检测结果分析 [J]. 现代预防医学, 2020, 47(3): 492-494, 517.

[18] 王国玲, 郭鹏娟, 王军, 等. 2012—2023 年广州市海珠区疑似麻疹风疹病例血清学检测 [J]. 热带医学杂志, 2024, 24(11): 1611-1614.