

浙江省居民麻疹抗体水平调查

严睿, 周洋, 邓璇, 唐学雯, 朱瑶, 何寒青

浙江省疾病预防控制中心免疫规划所, 浙江 杭州 310051

摘要: **目的** 了解2018年浙江省居民麻疹抗体水平, 为麻疹防控提供依据。**方法** 于2018年采用多阶段整群随机抽样方法, 抽取浙江省0~59岁常住居民为调查对象, 通过问卷调查收集人口学信息、麻疹病史和含麻疹成分疫苗(MCV)免疫史等资料; 检测麻疹病毒IgG抗体水平, 计算抗体几何平均浓度(GMC)。分析不同年龄、地区居民麻疹抗体阳性率、保护率和GMC差异。**结果** 调查4 189人, 其中男性1 939人, 女性2 250人, 男女性别比为1:1.16。麻疹抗体阳性3 858人, 阳性率为92.10%; 达到抗体保护性水平2 072人, 抗体保护率为49.46%; 抗体GMC $M(Q_R)$ 为798.33 (1 024.06) mIU/mL。麻疹抗体保护率随年龄增长呈下降趋势 ($\chi^2_{趋势}=18.067, P<0.001$)。不同地区居民麻疹抗体阳性率 ($\chi^2=45.090, P<0.001$)、保护率 ($\chi^2=57.432, P<0.001$) 和GMC ($\chi^2=88.624, P<0.001$) 比较, 差异均有统计学意义。其中宁波市抗体阳性率较低 (85.19%), 舟山市抗体保护率 (38.98%) 和GMC [632.89 (909.04) mIU/mL] 较低; 潮州市抗体阳性率 (95.16%)、保护率 (58.48%) 和GMC [1 035.84 (1 301.77) mIU/mL] 均较高。**结论** 2018年浙江省居民麻疹抗体保护率偏低, 且随年龄增长呈下降趋势; 麻疹抗体水平存在地区差异。

关键词: 麻疹; 抗体保护率; 几何平均浓度; 含麻疹成分疫苗

中图分类号: R272.22

文献标识码: A

文章编号: 2096-5087 (2022) 05-0496-07

Serum anti-measles antibody levels among residents in Zhejiang Province

YAN Rui, ZHOU Yang, DENG Xuan, TANG Xuewen, ZHU Yao, HE Hanqing

Department of Immunization Program, Zhejiang Provincial Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou, Zhejiang 310051, China

Abstract: Objective To investigate the serum levels of anti-measles antibody among residents in Zhejiang Province in 2018, so as to provide insights into measles control. **Methods** Permanent residents aged 0 to 59 years were recruited using the stratified multistage random sampling method in Zhejiang Province in 2018, and subjects' demographic features, medical history of measles and history of immunization with measles-containing vaccine (MCV) were collected using a questionnaire survey. The serum level of anti-measles IgG antibody was detected, and the geometric mean concentration (GMC) of anti-measles IgG antibody was estimated. The seroprevalence, protective rate and GMC of anti-measles IgG antibody were compared among residents at different age groups and regions. **Results** A total of 4 189 residents were enrolled, including 1 939 males and 2 250 females, with a male to female ratio of 1:1.16. There were 3 858 residents positive for anti-measles IgG antibody, with seroprevalence of 92.10%, and there were 2 072 residents with protective antibodies against measles, with a protective rate of 49.46%. The median GMC of anti-measles IgG antibody was 798.33 (interquartile range, 1 024.06) mIU/mL, and the protective rate of anti-measles IgG antibody appeared a tendency towards a decline with age ($\chi^2_{trend}=18.067, P<0.001$). There were significant differences in the seroprevalence ($\chi^2=45.090, P<0.001$), protective rate ($\chi^2=57.432, P<0.001$) and GMC of anti-measles IgG antibody ($\chi^2=88.624, P<0.001$) among residents at different regions, with the lowest seroprevalence of anti-measles IgG antibody in Ningbo City (85.19%), the lowest antibody-protective rate (38.98%) and the lowest GMC [632.89 (909.04) mIU/mL] in Zhoushan City, the highest seroprevalence (95.16%), antibody-protective rate (58.48%) and GMC [1 035.84 (1 301.77) mIU/mL]

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2022.05.015

基金项目: 2022年浙江省卫生健康科技计划项目 (2022KY721)

作者简介: 严睿, 硕士, 副主任医师, 主要从事免疫规划工作

通信作者: 何寒青, E-mail: hanqinghe@cdc.zj.cn

in Huzhou City. **Conclusions** The protective rate of anti-measles antibody was low and appeared a tendency towards a decline among residents in Zhejiang Province in 2018. There was a region-specific serum level of anti-measles antibody in Zhejiang Province in 2018.

Keywords: measles; antibody-protective rate; geometric mean concentration; measles-containing vaccine

麻疹是传染性最强的急性病毒性传染病之一,随着麻疹疫苗的广泛使用,麻疹发病率和死亡率均大幅下降。2019 年全球报告麻疹 52.7 万例,较 2018 年(35.3 万例)上升 49.3%^[1]。与此相反,我国报告麻疹病例数持续下降,从 2014 年的 5.26 万例下降至 2019 年的 0.30 万例^[2]。浙江省自 2013 年以来麻疹疫情呈逐年下降趋势^[3-4],但部分地区聚集性疫情时有发生。应用血清学实验技术测定人群麻疹特异性抗体,监测人群免疫水平,对预测麻疹流行趋势和分布特点具有重要意义。本研究调查 2018 年浙江省居民麻疹抗体水平,为完善麻疹免疫策略,尽早实现消灭麻疹目标提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象 选择浙江省 0~59 岁常住居民(居住时间≥6 个月)为调查对象。排除标准:最近 1 次含麻疹成分疫苗(measles-containing vaccine, MCV)接种时间距调查时间<1 个月。本次调查通过浙江省疾病预防控制中心伦理审查委员会审查,调查对象或其监护人签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 抽样方法 根据现况调查样本量计算公式,麻疹抗体阳性率取 93%^[5-6],设计效应取 2,按 10%的失访率,本次调查不少于 3 852 人。于 2018 年采用多阶段整群随机抽样方法,在浙江省 11 个地级市和义乌市各随机抽取 1 个县(市、区);抽中的县(市、区)以社区(村)为单位各随机抽取 3 个调查点;抽中的调查点每个年龄组(<3 岁、3 岁~、5 岁~、10 岁~、15 岁~、20 岁~、30 岁~、40 岁~和 50~59 岁)随机抽取 10 名调查对象。

1.2.2 问卷调查 采用自行设计的调查问卷,由经过统一培训的工作人员对调查对象或其监护人进行面对面调查,收集性别、年龄、户籍、儿童出生体重、麻疹病史和 MCV 免疫史等信息,通过查阅预防接种证或预防接种信息系统收集<15 岁儿童 MCV 接种资料。出生体重<2 500 g 为低出生体重。

1.2.3 麻疹抗体检测 采集调查对象静脉血 2 mL,分离血清,-20℃保存,送至浙江省疾病预防控制中心统一检测。采用德国维润赛润麻疹病毒 IgG 抗体定量检测试剂盒(批号:SAF.EX)检测 IgG 抗体并

计算抗体几何平均浓度(geometric mean concentration, GMC)。IgG 抗体浓度<200 mIU/mL 为阴性,≥200 mIU/mL 为阳性,≥800 mIU/mL 为达到抗体保护水平^[7]。

1.3 统计分析 采用 EpiData 3.1 软件建立数据库,采用 SPSS 20.0 软件统计分析。定量资料不服从正态分布,采用中位数和四分位间距 [$M(Q_R)$] 描述,组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验或 Kruskal-Wallis H 检验,进一步两两比较采用 Bonferroni 法。定性资料采用相对数描述,组间比较采用 χ^2 检验或趋势 χ^2 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况 有效调查 4 189 人,其中男性 1 939 人,女性 2 250 人,男女性别比为 1:1.16。年龄 $M(Q_R)$ 为 17(30)岁,最大 59 岁,最小 3 月龄。浙江省户籍 3 343 人,占 79.80%。有麻疹病史 13 人,占 0.31%。有 MCV 免疫史 1 807 人,占 43.14%。**2.2 不同年龄居民麻疹抗体水平** 检出麻疹抗体阳性 3 858 人,阳性率为 92.10%。达到抗体保护水平 2 072 人,保护率为 49.46%。麻疹抗体 GMC $M(Q_R)$ 为 798.33(1 024.06) mIU/mL。麻疹抗体保护率随年龄增长呈下降趋势($\chi^2_{趋势}=18.067, P<0.001$)。不同年龄居民 GMC 比较,差异有统计学意义($\chi^2=38.848, P<0.001$)。麻疹抗体阳性率随年龄增长未见明显变化趋势($\chi^2_{趋势}=0.469, P=0.493$)。见表 1。

2.2.1 <15 岁儿童麻疹抗体水平 不同年龄儿童麻疹抗体 GMC 比较,差异有统计学意义($P<0.05$);<3 岁儿童麻疹抗体 GMC 高于 5~<10 岁儿童($P=0.005$)。浙江省户籍儿童麻疹抗体阳性率、保护率和 GMC 均高于外省户籍儿童($P<0.05$)。儿童麻疹抗体阳性率随父亲文化程度的升高呈上升趋势($P<0.05$);随 MCV 接种剂次的增加呈下降趋势($P<0.05$)。不同 MCV 接种剂次的儿童麻疹抗体 GMC 比较,差异有统计学意义($P<0.05$);其中接种 1 剂次儿童麻疹抗体 GMC 高于≥2 剂次儿童($P=0.028$)。见表 2。

2.2.2 15~59 岁居民麻疹抗体水平 不同年龄、麻疹病史和 MCV 免疫史 15~59 岁居民麻疹抗体 GMC 比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。其中,40~<

50岁居民麻疹抗体 GMC 高于 50~59岁 ($P=0.031$); 有麻疹病史居民麻疹抗体 GMC 高于病史不详者 ($P=0.040$); 有 MCV 免疫史居民麻疹抗体 GMC 高于免疫史不详者 ($P=0.042$)。15~59岁居民麻疹抗

体阳性率和保护率随年龄增长无明显变化趋势 ($P>0.05$)。不同性别、户籍、麻疹病史和 MCV 免疫史的 15~59岁居民麻疹抗体阳性率和保护率比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 3。

表 1 浙江省不同年龄居民麻疹抗体水平

Table 1 The anti-measles antibody levels among different age groups in Zhejiang Province

年龄/岁 Age/Year	调查人数 Respondents	抗体阳性人数 Antibody-positive cases	阳性率 Seroprevalence/%	达到抗体保护 水平人数 Antibody- protective cases	保护率 Antibody- protective rate/%	GMC [$M(Q_R)$, mIU/mL]
<3	419	395	94.27	240	57.28	937.82 (1 208.86)
3~	466	432	92.70	247	53.00	866.30 (1 171.27)
5~	494	450	91.09	236	47.77	750.70 (883.16)
10~	479	441	92.07	257	53.65	861.74 (1 197.73)
15~	483	439	90.89	237	49.07	776.51 (1 010.38)
20~	493	452	91.68	220	44.62	728.50 (867.11)
30~	447	409	91.50	216	48.32	775.26 (1 185.60)
40~	469	435	92.75	242	51.60	819.78 (991.71)
50~59	439	405	92.26	177	40.32	664.82 (843.65)

表 2 浙江省<15岁儿童麻疹抗体水平比较

Table 2 Comparison of anti-measles antibody levels among children aged <15 years in Zhejiang Province

项目 Item	调查人数 Respondents	抗体阳性人数 Antibody-positive cases	阳性率 Seroprevalence/%	达到抗体保护 水平人数 Antibody- protective cases	保护率 Antibody- protective rate/%	GMC [$M(Q_R)$, mIU/mL]
年龄/岁 Age/Year						
<3	419	395	94.27	240	57.28	937.82 (1 208.86)
3~	466	432	92.70	247	53.00	866.30 (1 171.27)
5~	494	450	91.09	236	47.77	750.70 (883.16)
10~<15	479	441	92.07	257	53.65	861.74 (1 197.73)
χ^2/χ^2 趋势 Trend 值		2.099 ^a		2.161 ^a		11.965 ^b
P 值		0.147		0.142		0.008
性别 Gender						
男 Male	992	918	92.54	521	52.52	843.69 (1 125.82)
女 Female	866	800	92.38	459	53.00	857.32 (1 108.81)
χ^2/Z 值		0.017		0.043		-0.219 ^c
P 值		0.895		0.835		0.827
户籍 Household registration						
浙江省 Zhejiang	1 503	1 400	93.15	819	54.49	877.51 (1 156.03)
外省 Others	355	318	89.58	161	45.35	726.09 (963.14)
χ^2/Z 值		5.252		9.623		-3.720 ^c
P 值		0.022		0.003		<0.001
低出生体重 Low birth weight						
是 Yes	48	43	89.58	22	45.83	732.21 (643.14)
否 No	1 810	1 675	92.54	958	52.93	852.33 (1 131.12)

表 2 (续) Table 2 (continued)

项目 Item	调查人数 Respon- dents	抗体阳性人数 Antibody-positive cases	阳性率 Seroprevalence/%	达到抗体保护 水平人数 Antibody- protective cases	保护率 Antibody- protective rate/%	GMC [$M(Q_R)$, mIU/mL]
χ^2/Z 值		0.587		0.944		-1.383 ^c
P 值		0.443		0.331		0.167
母亲文化程度 Mother's educational level						
小学及以下 Primary school and below	86	78	90.70	43	50.00	798.50 (1 026.85)
中学/中专 Middle school/technical secondary school	995	911	91.56	515	51.76	833.88 (1 109.14)
大学及以上 College and above	777	729	93.82	422	54.31	867.14 (1 170.02)
χ^2/χ^2 趋势 Trend 值		3.447 ^a		1.398 ^a		1.488 ^b
P 值		0.063		0.237		0.475
父亲文化程度 Father's educational level						
小学及以下 Primary school and below	51	46	90.20	24	47.06	753.16 (942.26)
中学/中专 Middle school/technical secondary school	1 038	946	91.14	534	51.45	829.73 (1 123.11)
大学及以上 College and above	769	726	94.41	422	54.88	870.28 (1 149.8)
χ^2/χ^2 趋势 Trend 值		6.855 ^a		2.751 ^a		3.680 ^b
P 值		0.009		0.097		0.159
麻疹病史 History of measles						
是 Yes	6	5	83.33	5	83.33	2 127.85 (1 785.12)
否 No	1 465	1 352	92.29	760	51.88	836.92 (1 129.67)
不详 Unknown	387	361	93.28	215	55.56	887.32 (1 075.61)
χ^2/χ^2 趋势 Trend 值		1.155		3.922		4.507 ^b
P 值		0.561		0.141		0.105
MCV 接种剂次 MCV doses						
0	73	71	97.26	38	52.05	842.41 (802.63)
1	113	111	98.23	75	66.37	1 075.45 (1 027.62)
≥ 2	1 672	1 536	91.87	867	51.85	830.60 (1 126.56)
χ^2/χ^2 趋势 Trend 值		7.104 ^a		2.251 ^a		6.752 ^b
P 值		0.008		0.134		0.034

注: a 表示采用趋势 χ^2 检验; b 表示采用 Kruskal-Wallis H 检验; c 表示采用 Wilcoxon 秩和检验。Note: a, using linear-by-linear association in chi-square test; b, using Kruskal-Wallis H test; c, using Wilcoxon rank sum test.

2.3 不同地区居民麻疹抗体水平 不同地区居民麻疹抗体阳性率比较, 差异有统计学意义 ($\chi^2=45.090$, $P<0.001$); 其中, 宁波市较低, 为 85.19%; 湖州市较高, 为 95.16%。不同地区居民麻疹抗体保护率比较, 差异有统计学意义 ($\chi^2=57.432$, $P<0.001$); 其中, 舟山市较低, 为 38.98%; 湖州市较高, 为 58.48%。不同地区居民麻疹抗体 GMC 比较, 差异有

统计学意义 ($\chi^2=88.624$, $P<0.001$); 其中, 舟山市较低, 为 632.89 (909.04) mIU/mL; 湖州市较高, 为 1 035.84 (1 301.77) mIU/mL。见表 4。

3 讨论

本次调查结果显示, 2018 年浙江省 0~59 岁居民麻疹抗体阳性率为 92.10%, 与浙江省 2011 年全

表3 浙江省15~59岁居民麻疹抗体水平比较

Table 3 Comparison of anti-measles antibody levels among residents aged 15~59 years in Zhejiang Province

项目 Item	调查人数 Respondents	抗体阳性人数 Antibody-positive cases	阳性率 Seroprevalence/%	达到抗体保护 水平人数 Antibody- protective cases	保护率 Antibody- protective rate/%	GMC [$M(Q_R)$, mIU/mL]
年龄/Age/Year						
15~	483	439	90.89	237	49.07	776.51 (1 010.38)
20~	493	452	91.68	220	44.62	728.50 (867.11)
30~	447	409	91.50	216	48.32	775.26 (1 185.60)
40~	469	435	92.75	242	51.60	819.78 (991.71)
50~59	439	405	92.26	177	40.32	664.82 (843.65)
χ^2/χ^2 趋势 Trend 值		0.909 ^a		1.792 ^a		9.845 ^b
P 值		0.340		0.181		0.043
性别 Gender						
男 Male	947	876	92.50	462	48.79	775.26 (1 034.14)
女 Female	1 384	1 264	91.33	630	45.52	725.91 (920.09)
χ^2/Z 值		1.029		2.408		-1.641 ^c
P 值		0.310		0.121		0.101
户籍 Household registration						
浙江省 Zhejiang	1 840	1 689	91.79	848	46.09	728.81 (941.80)
外省 Others	491	451	91.85	244	49.69	793.55 (1 036.75)
χ^2/Z 值		0.002		2.026		-1.841 ^c
P 值		0.966		0.155		0.066
麻疹病史 History of measles						
是 Yes	7	7	100.00	4	57.14	974.89 (1 166.80)
否 No	180	163	90.56	91	50.56	821.48 (1 378.84)
不详 Unknown	2 144	1 970	91.88	997	46.50	733.91 (937.00)
χ^2 值		0.016		0.395		7.181 ^b
P 值		0.602		0.498		0.028
MCV 免疫史 History of MCV vaccination						
有 Yes	22	22	100.00	15	68.18	1 091.42 (1 229.12)
无 No	49	47	95.92	24	48.98	775.26 (1 311.05)
不详 Unknown	2 260	2 071	91.64	1 053	46.59	735.80 (942.20)
χ^2 值		3.151		4.170		7.110 ^b
P 值		0.072		0.124		0.029

注: a 表示采用趋势 χ^2 检验; b 表示采用 Kruskal-Wallis H 检验; c 表示采用 Wilcoxon 秩和检验。Note: a, using linear-by-linear association in chi-square test; b, using Kruskal-Wallis H test; c, using Wilcoxon rank sum test.

人群^[5]和2016年6~14岁儿童^[6]调查结果接近,抗体阳性率较高,但仍低于世界卫生组织(WHO)提出的消除麻疹需达到并维持95%的人群免疫力^[1]。抗体保护率为49.46%,GMC中位数为

798.33 mIU/mL,均高于2016年浙江省^[6]和2009—2015年全国^[8]水平。与2018年云南省8月龄~45岁人群调查结果^[9]比较,浙江省居民麻疹抗体阳性率较高,但抗体保护率和GMC水平较低。近年来浙

表4 浙江省不同地区居民麻疹抗体水平

Table 4 The anti-measles antibody levels in different cities of Zhejiang Province

地区 City	调查人数 Respondents	抗体阳性人数 Antibody-positive cases	阳性率 Seroprevalence/%	达到抗体保护 水平人数 Antibody- protective cases	保护率 Antibody- protective rate/%	GMC [$M(Q_R)$, mIU/mL]
杭州 Hangzhou	299	277	92.64	129	43.14	684.83 (833.88)
宁波 Ningbo	270	230	85.19	117	43.33	659.91 (1 171.63)
温州 Wenzhou	300	280	93.33	162	54.00	870.19 (1 039.92)
嘉兴 Jiaxing	295	279	94.58	171	57.97	993.55 (1 204.33)
湖州 Huzhou	289	275	95.16	169	58.48	1 035.84 (1 301.77)
绍兴 Shaoxing	296	276	93.24	170	57.43	915.29 (1 115.06)
金华 Jinhua	288	263	91.32	150	52.08	847.74 (1 078.21)
衢州 Quzhou	606	575	94.88	295	48.68	777.41 (963.16)
舟山 Zhoushan	354	310	87.57	138	38.98	632.89 (909.04)
台州 Taizhou	325	292	89.85	162	49.85	798.33 (1 024.06)
丽水 Lishui	281	263	93.59	122	43.42	661.63 (806.51)
义乌 Yiwu	586	538	91.81	287	48.98	788.56 (1 016.78)

江省麻疹发病率持续下降, 疫情控制良好^[10], 提示麻疹防控工作成效显著。

麻疹抗体主要通过麻疹病毒自然感染、MCV 接种和母传抗体获得, 抗体水平随年龄增长呈下降趋势^[11]。浙江省麻疹疫苗免疫程序为 8 月龄、18~24 月龄和 15 岁各接种 1 剂次麻腮风疫苗^[6], <3 岁儿童距离末次接种时间间隔最短, 麻疹抗体保护率和 GMC 较高。浙江省曾是麻疹高流行区, 1951—1965 年麻疹年均发病 27 万余人^[12], 50~59 岁居民多数曾有麻疹自然感染史, 随时间推移麻疹抗体水平下降。麻疹免疫空白人群是麻疹传播和暴发的基础, 近年来浙江省麻疹发病控制在较低水平, 免疫空白难以得到有效消耗^[3, 10], 因此应警惕麻疹暴发风险。

不同地区居民麻疹抗体阳性率、保护率和 GMC 差异均有统计学意义, 提示浙江省各地区麻疹流行特征不同^[12]。结合中国疾病预防控制中心麻疹监测系统数据, 2018 年湖州市麻疹发病率居浙江省第二位, 人群易获得自然免疫, 因此湖州市麻疹抗体阳性率、保护率和 GMC 均较高; 2018 年舟山市麻疹抗体保护率和 GMC 均较低, 2019 年舟山市麻疹病例数居全省首位。提示通过麻疹抗体水平监测可识别免疫薄弱地区, 当麻疹抗体浓度超过 800 mIU/mL 时, 可避免麻疹病毒感染; 而低于 800 mIU/mL 时, 即使抗体检测呈阳性, 仍有麻疹病例聚集和传播风险^[13]。

<15 岁浙江省户籍儿童麻疹抗体阳性率、保护率

和 GMC 均高于外省户籍儿童; 不同户籍 15~59 岁居民麻疹抗体水平无明显差异。考虑与各地免疫规划工作发展不平衡有关。浙江省户籍儿童 MCV 接种率较高; 而 15~59 岁人群流动性大, 活动范围广, 且无 MCV 免疫史或免疫史不详者占比较高, 提示户籍不是成人麻疹抗体水平的关键影响因素。

儿童麻疹抗体阳性率随 MCV 接种剂次增加呈下降趋势, 接种 1 剂次 MCV 的儿童麻疹抗体 GMC 高于接种≥2 剂次儿童。参考麻疹疫苗免疫程序^[6], 接种 0 剂次和 1 剂次的调查对象为 0~2 岁儿童, 末次接种时间距离调查日期较近, 而接种 2 剂次及以上者末次接种时间较距调查日期较久。接种 MCV 后的免疫保护比自然感染麻疹野病毒产生的免疫保护持续时间短, 并且随着时间推移抗体水平逐渐下降^[12]。15~59 岁有 MCV 免疫史和麻疹病史居民麻疹抗体 GMC 较高, 说明既往麻疹患病情况和 MCV 接种史会影响麻疹抗体 GMC 水平, MCV 接种和麻疹野病毒感染均会引起体液和细胞免疫^[12]。因此应重点关注成人 MCV 加强免疫工作, 有效巩固现有麻疹免疫基础以达到消除麻疹的目标。

综上所述, 2018 年浙江省居民麻疹抗体水平较高, 低年龄儿童抗体保护率高, 建议加强麻疹防控知识宣传, 维持高水平人群免疫屏障。本研究未纳入 60 岁及以上居民, 抽样代表性不足, 结果外推存在缺陷; 未获得 15 岁及以上居民疫苗接种信息, 免疫

史和患病史等信息在填写时存在回忆偏倚,均可能对调查结果产生影响。

参考文献

- [1] PATEL M K, GOODSON J L, ALEXANDER J P, et al. Progress toward regional measles elimination—worldwide, 2000–2019 [J]. *MMWR*, 2020, 69 (45): 1700–1705.
- [2] 马超, 郝利新, 温宁, 等. 中国 2019 年麻疹流行病学特征 [J]. *中国疫苗和免疫*, 2020, 26 (5): 493–497.
MA C, HAO L X, WEN N, et al. Epidemiology of measles in China, 2019 [J]. *Chin J Vaccines Immunization*, 2020, 26 (5): 493–497.
- [3] 张兵, 严睿, 何寒青, 等. 浙江省 2013 年麻疹疫情时空分布特征 [J]. *中华流行病学杂志*, 2016, 37 (4): 548–552.
ZHANG B, YAN R, HE H Q, et al. Spatial-temporal distribution feature of measles in Zhejiang province, 2013 [J]. *Chin J Epidemiol*, 2016, 37 (4): 548–552.
- [4] 何寒青, 潘金仁, 严睿, 等. 浙江省消除麻疹策略 10 项措施实施情况及效果评价 [J]. *中国疫苗和免疫*, 2015, 21 (1): 46–50, 95.
HE H Q, PAN J R, YAN R, et al. Evaluation of implementation of ten measurements for measles elimination in Zhejiang Province [J]. *Chin J Vaccines Immunization*, 2015, 21 (1): 46–50, 95.
- [5] WANG Z F, YAN R, HE H Q, et al. Difficulties in eliminating measles and controlling rubella and mumps: a cross-sectional study of a first measles and rubella vaccination and a second measles, mumps, and rubella vaccination [J/OL]. *PLoS One*, 2014, 9 (2) (2014-02–20) [2022-03–03]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089361>.
- [6] YAN R, HE H Q, ZHOU Y, et al. Study on factors associated with seroprotection after measles vaccination in children of 6–14 years in Eastern China [J]. *Vaccine*, 2019, 37 (36): 5185–5190.
- [7] 姚红岑, 赵家俊, 任佳, 等. 上海市金山区健康人群麻疹抗体水平检测分析 [J]. *中华微生物学和免疫学杂志*, 2017, 37 (12): 910–914.
YAO H C, ZHAO J J, REN J, et al. Anti-measles antibody levels in health people in Jinshan District of Shanghai [J]. *Chin J Microbiol Immunol*, 2017, 37 (12): 910–914.
- [8] HU Y, LU P S, DENG X Y, et al. The declining antibody level of measles virus in China population, 2009–2015 [J/OL]. *BMC Public Health*, 2018, 18 (1) (2018–07–24) [2022-03–03]. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5759-0>.
- [9] CHEN L H, XIAO Y Y, YANG Y H, et al. A cross-sectional study on serum measles antibody levels of a healthy population in southwest China [J/OL]. *Medicine*, 2019, 98 (43) (2019–10–25) [2022-03–03]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6824821>. DOI: 10.1097/MD.00000000000017507.
- [10] QIN S R, DING Y, YAN R, et al. Measles in Zhejiang, China, 2004–2017: population density and proportion of floating populations effects on measles epidemic [J]. *Health Secur*, 2019, 17 (3): 193–199.
- [11] SCHENK J, ABRAMS S, THEETEN H, et al. Immunogenicity and persistence of trivalent measles, mumps, and rubella vaccines: a systematic review and meta-analysis [J]. *Lancet Infect Dis*, 2021, 21 (2): 286–295.
- [12] 卢亦愚, 董红军. 麻疹 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 189–190.
LU Y Y, DONG H J. Measles [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2016: 189–190.
- [13] 严睿, 何寒青, 周洋, 等. 浙江省 6~15 岁儿童高浓度抗麻疹病毒抗体影响因素分析 [J]. *浙江大学学报 (医学版)*, 2018, 47 (2): 169–173.
YAN R, HE H Q, ZHOU Y, et al. Influencing factors for high level measles antibodies among 6–15 year-old children in Zhejiang province [J]. *J Zhejiang Univ (Med Sci)*, 2018, 47 (2): 169–173.

收稿日期: 2021-12-29 修回日期: 2022-03-03 本文编辑: 吉兆洋

(上接第 495 页)

- [13] CHENG J, SUN Y N, ZHANG C Y, et al. Incidence and risk factors of tuberculosis among the elderly population in China: a prospective cohort study [J/OL]. *Infect Dis Poverty*, 2020, 9 (1) (2020-01-31) [2022-03-01]. <https://doi.org/10.1186/s40249-019-0614-9>.
- [14] 陈伟, 李洋洋, 成君, 等. 我国三个县 (区) ≥65 岁老年人口结核病患病情况的抽样调查分析 [J]. *中国防痨杂志*, 2015, 37 (10): 1061–1066.
CHEN W, LI Y Y, CHENG J, et al. Survey and analysis on TB prevalence of the elderly people in three counties [J]. *Chin J Anti-tubercul*, 2015, 37 (10): 1061–1066.
- [15] 徐冰俊, 王伟, 郝晓刚. 2011—2019 年衢州市死亡肺结核病例特征分析 [J]. *预防医学*, 2021, 33 (10): 1036–1038.
XU B J, WANG W, HAO X G. Characteristics of tuberculosis deaths in Quzhou from 2011 to 2019 [J]. *Prev Med*, 2021, 33 (10): 1036–1038.

收稿日期: 2021-11-22 修回日期: 2022-03-01 本文编辑: 吉兆洋