

## 陕西省西安市 2~5 岁儿童麻疹、风疹抗体水平调查

杨杨<sup>1,2</sup>, 陈志军<sup>1</sup>, 侯铁军<sup>1</sup>, 吴瑞<sup>1,2</sup>, 刘继锋<sup>1,2</sup>, 马超锋<sup>1</sup>

(1. 西安市疾病预防控制中心, 陕西 西安 710054; 2. 西安交通大学医学部, 陕西 西安 710061)

**摘要:** 目的 了解西安市 2~5 岁儿童麻疹、风疹抗体水平并分析其影响因素, 为制定免疫策略提供依据。方法 采用分层整群随机抽样在西安市抽取 2~5 岁儿童进行麻疹、风疹血清流行病学调查, 收集儿童社会人口学特征及免疫史等信息, 采用酶联免疫吸附试验检测麻疹、风疹 IgG 抗体浓度。结果 共调查 505 名 2~5 岁儿童, 麻疹、风疹 IgG 抗体阳性率分别为 95.8%、83.2%; 抗体几何平均浓度(GMC) 分别为 1 258.9 mIU/ml、45.1 IU/ml。年龄与麻疹抗体滴度间呈负相关( $r_s = -0.119$ ,  $P = 0.008$ ); 0、1、 $\geq 2$  剂次 MCV 免疫儿童的麻疹抗体阳性率分别为 60.0%、100.0%、96.1% ( $\chi^2 = 8.134$ ,  $P = 0.027$ )。郊区、城乡结合区、中心城区儿童的风疹抗体阳性率分别为 77.6%、82.7%、88.4% ( $\chi^2 = 7.058$ ,  $P = 0.029$ )。农村儿童风疹抗体阳性率(80.3%) 低于城镇学龄前儿童(87.5%) ( $\chi^2 = 4.439$ ,  $P = 0.035$ ); 农村儿童风疹抗体 GMC(39.9 IU/ml) 低于城镇(54.6 IU/ml) ( $Z = 2.001$ ,  $P = 0.045$ )。结论 西安市 2~5 岁儿童麻疹抗体阳性率较高, 但风疹抗体水平较低。建议对 2~5 岁儿童加强常规免疫与查漏补种工作, 特别是农村地区的风疹疫苗接种工作。

**关键词:** 麻疹; 风疹; 抗体水平; 学龄前儿童

中图分类号: R186 文献标识码: A 文章编号: 1006-916X(2016)04-0395-05

**Seroprevalence of Antibody against Measles and Rubella among Children Aged 2-5 Years in Xi'an City of Shaanxi Province** YANG Yang, CHEN Zhi-jun, HOU Tie-jun, et al. (Xi'an Municipal Center for Disease Control and Prevention, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

**Abstract: Objective** To determine seroprevalence and factors influencing measles and rubella IgG levels among 2-5 year old children in Xi'an city, and to provide scientific evidence for immunization policy. **Methods** We used stratified, cluster-randomized sampling to select children aged 2-5 years in Xi'an city to participate in this study; sociodemographic and vaccination data and serum samples were obtained from participants. Sera were tested for measles and rubella IgG by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). **Results** Among the 505 participating children, the measles and rubella IgG positivity rates were 95.8% and 83.2%, respectively. Geometric mean concentrations (GMC) of antibodies were 1 258.9 mIU/ml and 45.1 IU/ml, respectively. A negative correlation was seen between age and measles antibody titers ( $r_s = -0.119$ ,  $P = 0.008$ ). There were significant difference in the positivity rates of measles antibody among children immunized with 0, 1 and 2 doses of measles-containing vaccine (MCV) (60.0%, 100.0% and 96.1%, respectively;  $\chi^2 = 8.134$ ,  $P = 0.027$ ). There were significant differences in the positivity rates of measles antibody among children in suburban, urban-suburban, and urban areas (77.6%, 82.7% and 88.4%;  $\chi^2 = 7.058$ ,  $P = 0.029$ ). The positivity rates of rubella antibody in rural areas (80.3%) was lower than in urban areas (87.5%) ( $\chi^2 = 4.439$ ,  $P = 0.035$ ). The GMC of rubella antibody in rural areas (39.9 IU/ml) was lower than in urban areas (54.6 IU/ml) ( $Z = 2.001$ ,  $P = 0.045$ ). **Conclusions** The seroprevalence of measles antibody among children aged 2-5 years in

Xi'an was high, but the seroprevalence of rubella antibody was low. We should strengthen routine immunization among 2-5 year old children and conduct immunization activities for unreached children, especially with rubella-containing vaccine in rural areas.

收稿日期: 2016-02-24; 修回日期: 2016-03-25

作者简介: 杨杨(1987-) 女, 安徽省池州市人, 西安市疾病预防控制中心主治医师, 在读博士, 主要从事疫苗可预防疾病防控工作。电话: 029-85532892. E-mail: bbyang1314@163.com.

通讯作者: 马超锋。电话: 029-85511778. E-mail: mark7447@tom.com.

**Key words:** Measles; Rubella; Seroprevalence; Children

2000 ~ 2014 年全球麻疹免疫接种减少了约 1 710 万人发生死亡,全球麻疹死亡数从 2000 年的 54.68 万例下降到 2014 年的 11.49 万例(下降了 79%)<sup>[1]</sup>,使麻疹疫苗成为公共卫生领域最受欢迎的产品,但麻疹仍是造成全球幼儿死亡的主要原因之一,其中大多数是 5 岁以下儿童<sup>[2]</sup>。世界卫生组织(WHO)在《2012 ~ 2020 年全球麻疹和风疹战略计划》<sup>[3]</sup>中,期望到 2015 年底使全球麻疹死亡人数比 2000 年至少减少 95%,并实现区域性消除麻疹和风疹/先天性风疹综合征目标。但基于当前麻疹的流行趋势,WHO 免疫战略咨询专家组认为这个目标将无法按时实现。西安市自 2012 年以来麻疹发病呈上升趋势,2008 ~ 2013 年间 ≤ 6 岁麻疹病例占全部病例的 63.41%<sup>[4]</sup>,2004 ~ 2012 年间风疹病例中幼托儿童占 17.78%,仅次于学生人群<sup>[5]</sup>。由于学龄前儿童的群体特殊性,若感染呼吸道传染病易引起幼托机构暴发;为掌握当前学龄前儿童的麻疹、风疹抗体水平,以更好的制定适合本地区的免疫策略,西安市于 2014 年 8 月开展了 2 ~ 5 岁(2009 ~ 2012 年出生)儿童血清流行病学监测。

## 材料与方 法

**1 样本量估计** 按照最小样本量计算公式:  $N = \left( \frac{\mu_{\alpha}}{\pi \delta} \right) \pi (1 - \pi) \times \text{deff}$ ,其中  $\alpha = 0.05$ ,设计的最大相对误差  $\delta$  为 3%,估计设计效应  $\text{deff} = 2$ 。根据 2009 年西安市人群麻疹抗体阳性率<sup>[6]</sup>,估计中心城区、城乡结合区、郊县的麻疹抗体阳性率  $\pi$  分别为 98.02%、97.59%、98.93%。根据以上估计值,计算各层的样本量分别为 83、100、45 人,总样本量为三层之和 228 人。本设计为分层整群抽样方法,实际样本量 = 简单随机抽样样本量  $\times \text{deff} = 456$ ,考虑到 5% 的失访情况,扩大样本至 480 人。

**2 抽样方法** 采用分层整群随机抽样方法,根据区县地理位置将全市 14 个区县分为:中心城区、城乡结合区、郊县三层,每层各随机抽取一个区县,每个区县随机抽取 2 家幼儿园,每个幼儿园以班级为单位整群抽取 2 ~ 5 岁儿童各 80 人,三个区县计划调查至少 480 人。本研究通过西安市疾病预防控制中心(CDC)伦理委员会审查(编号:2013082801),研究对象的家长均签署知情同意书。

**3 调查与检测方法** 收集幼儿园入学登记的基本信息,如姓名、家长联系方式、出生日期、性别、居住地等,并通过儿童预防接种个案信息管理系统及查阅预防接种证来获取儿童的含麻疹成分疫苗(Measles-containing Vaccine, MCV)、含风

疹成分疫苗(Rubella-containing Vaccine, RCV)的免疫史。采集儿童静脉血 2ml,分离血清后置 -20℃ 低温保存,统一送西安市 CDC 待检。使用德国维润-赛润(Virion/Serion)麻疹/风疹病毒 IgG 抗体定量检测试剂盒,采用酶联免疫吸附试验(ELISA)进行麻疹/风疹 IgG 抗体检测,麻疹抗体和风疹抗体的线性检测范围分别为 50 ~ 5000mIU/ml、2 ~ 500IU/ml。结果判定标准:以麻疹抗体滴度 < 150mIU/ml 为阴性,150 ~ 200mIU/ml 为临界, > 200 mIU/ml 为阳性;风疹抗体滴度 < 10IU/ml 为阴性,10 ~ 20 IU/ml 为临界, > 20IU/ml 为阳性,临界值均按抗体阴性计。

**4 统计方法** 采用 Epidata 3.1 进行数据录入,使用 SPSS 22.0 软件进行数据分析,麻疹抗体浓度 < 50 mIU/ml 转换为 25mIU/ml, > 5000mIU/ml 转换为 5000mIU/ml;风疹抗体浓度 < 2IU/ml 转换为 1IU/ml, > 500IU/ml 转换为 500IU/ml。抗体水平采用几何平均浓度(Geometric Mean Concentration, GMC)描述;抗体浓度经对数转换后不符合正态分布,则采用 Mann-Whitney U 检验或 Kruskal-Wallis 检验进行不同组别间抗体浓度的比较;采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确概率法进行不同组别间抗体阳性率的比较,检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

## 结 果

### 1 总抗体水平

本次调查获取合格血样共 505 份,麻疹抗体总阳性率为 95.8%,抗体 GMC 为 1 258.9mIU/ml;风疹抗体阳性率 83.2%,抗体 GMC 为 45.1IU/ml(表 1)。

### 2 年龄分布

2、3、4、5 岁儿童观察人数分别为 199、240、45、21 人。各年龄儿童麻疹抗体阳性率分别为 95.5%、95.4%、97.8%、100.0% (Fisher 精确概率法,  $\chi^2 = 0.555$ ,  $P = 0.916$ ),抗体 GMC 分别为 1 420.7、1 119.5、1 357.0、1 304.7 mIU/ml ( $H = 9.342$ ,  $P = 0.025$ );经 spearman 秩相关检验,年龄与麻疹抗体浓度之间呈负相关( $r_s = -0.119$ ,  $P = 0.008$ )。各年龄儿童风疹抗体阳性率分别为 85.9%、81.3%、84.4%、6.2% ( $\chi^2 = 2.498$ ,  $P = 0.476$ ),抗体 GMC 分别为 50.7、42.6、41.9、33.8 IU/ml ( $H = 5.111$ ,  $P = 0.164$ );年龄与风疹抗体浓度之间无相关关系( $r_s = -0.087$ ,  $P = 0.052$ )。

### 3 性别分布

男、女性儿童观察人数分别为 278、227 人,麻疹抗体阳性率分别为 94.6%、97.4% ( $\chi^2 = 2.376$ ,  $P = 0.123$ ),抗体 GMC 分别为 1 180.4 mIU/ml、1 362.3 mIU/ml ( $Z = 1.694$ ,  $P = 0.09$ );风疹抗体阳性率分别

表 1 不同特征儿童麻疹、风疹抗体阳性率和 GMC  
Table 1 Positive Rates and GMC of Measles and Rubella IgG Antibody Titers among Children

变量 Variables	检测人数 No. of Subjects	麻疹 IgG Measles IgG		风疹 IgG Rubella IgG	
		阳性率(%) Positive Rate	GMC (mIU/ml)	阳性率(%) Positive Rate	GMC(IU/ml)
年龄(岁) Age( Years)					
2	199	95.5	1 420.7	85.9	50.7
3	240	95.4	1 119.5	81.3	42.6
4	45	97.8	1 357.0	84.4	41.9
5	21	100.0	1 304.7	76.2	33.8
性别 Gender					
男 Male	278	94.6	1 180.4	82.4	43.8
女 Female	227	97.4	1 362.3	84.1	46.8
地区 Area					
郊县 Suburban	156	92.9	1 260.6	77.6	37.4
城乡结合区 Suburban-urban	168	96.4	1 252.1	82.7	46.7
中心城区 Urban	181	97.8	1 263.8	88.4	51.4
居住地 Residence					
农村 Rural	305	94.8	1 180.7	80.3	39.9
城镇 Urban	200	97.5	1 388.4	87.5	54.6
合计 Total	505	95.8	1 258.9	83.2	45.1

为 82.4%、84.1% ( $\chi^2 = 0.279, P = 0.598$ ), 抗体 GMC 分别为 43.8 IU/ml、46.8 IU/ml ( $Z = 0.701, P = 0.483$ )。

#### 4 地区分布

郊县、城乡结合区、中心城区儿童观察人数分别为 156、168、181 人, 麻疹抗体阳性率分别为 92.9%、96.4%、97.8% ( $\chi^2 = 5.145, P = 0.076$ ), 抗体 GMC 分别为 1 260.6、1 252.1、1 263.8mIU/ml ( $H = 1.531, P = 0.465$ ); 风疹抗体阳性率分别为 77.6%、82.7%、88.4% ( $\chi^2 = 7.058, P = 0.029$ ), 抗体 GMC 分别为 37.4、46.7、51.4IU/ml ( $H = 2.694, P = 0.260$ )。

#### 5 居住地分布

农村与城镇儿童观察人数分别为 305、200 人, 麻疹抗体阳性率分别为 94.8%、97.5% ( $\chi^2 = 2.285, P = 0.131$ ), 抗体 GMC 分别为 1180.7mIU/ml、1388.4mIU/ml ( $Z = 1.013, P = 0.311$ ); 风疹抗体阳性率分别为 80.3%、87.5% ( $\chi^2 = 4.439, P = 0.035$ ), 抗体 GMC 分别为 39.9IU/ml、54.6IU/ml ( $Z = 2.001, P = 0.045$ )。

农村与城镇的学龄前儿童的 MCV 接种率分别为 100.0%、97.5% ( $\chi^2 = 7.701, P = 0.006$ ); 农村与城镇的学龄前儿童的 RCV 接种率分别为 99.3%、

96.5% ( $\chi^2 = 5.583, P = 0.018$ )。

#### 6 免疫史分布

0、1、≥2 剂次 MCV 免疫儿童观察人数分别为 5、9、491 人, 麻疹抗体阳性率分别为 60.0%、100.0%、96.1% (Fisher 精确概率法,  $\chi^2 = 8.134, P = 0.027$ ), 抗体 GMC 分别为 296.4、1 393.1、1 275.2mIU/ml ( $H = 2.043, P = 0.360$ )。0、1、2 剂次 RCV 免疫儿童观察人数分别为 9、48、448 人, 风疹抗体阳性率分别为 77.8%、83.3%、83.3% ( $\chi^2 = 0.190, P = 0.909$ ), 抗体 GMC 分别为 38.3、46.9、45.1IU/ml ( $H = 0.224, P = 0.894$ )。

### 讨 论

自实施扩大国家免疫规划工作后, 西安市于 2008 年 6 月、2009 年 4 月分别将麻疹风疹联合减毒活疫苗 (Measles and Rubella Attenuated Live Combined Vaccine, MR)、麻腮风联合减毒活疫苗 (Measles, Mumps and Rubella Combined Attenuated Live Vaccine, MMR) 纳入常规免疫接种; 在 2010 年 9 月、2012 年 1 月开展了 8 月龄至 4 岁儿童的 MV 补充免疫活动, 并结合入托、入学儿童预防接种证查验工作, 于 2012 年 2 月后将查漏补种工作纳入免疫规划

每月例行工作,使 2009 年以后出生队列的儿童 MCV、RCV 覆盖率大大提高。西安市 2008~2013 年间麻疹以 ≤6 岁病例为主要发病人群,占总病例数的 63.41%;8 月龄~6 岁病例中,无 MCV 免疫史者达 58.40%<sup>[4]</sup>。可见低年龄段人群仍然是本地区的易感人群。

血清学监测是评价人群免疫状况和疫苗接种需求的重要方法,为实现中国最终消除麻疹和风疹的目标,需要维持人群有效的麻疹和风疹抗体水平,WHO 认为人群中 95% 具备麻疹免疫力才可有效阻断麻疹传播<sup>[7]</sup>。本调查显示,西安市 2~5 岁儿童麻疹抗体阳性率为 95.8%,保护率为 74.5%,阳性率明显高于合肥市 2011 年 2~5 岁儿童麻疹抗体阳性率(80.8%)<sup>[8]</sup>,可见该年龄段儿童已形成有效的麻疹保护屏障,不会发生大规模的暴发,但低于西安市 2009 年健康人群的麻疹抗体阳性率(98.02%)及保护率(83.49%)<sup>[6]</sup>。本调查还显示,西安市 2~5 岁儿童风疹抗体水平与山东省 2009~2010 年的 2~4 岁儿童风疹抗体阳性率(80.87%)与 GMC(45.55 IU/ml)基本一致<sup>[10]</sup>;但低于浙江省 2011 年两个监测点 2~4 岁儿童风疹抗体阳性率(93.8%)<sup>[9]</sup>,也低于合肥市 2011 年 2~5 岁儿童风疹抗体阳性率(91.8%)<sup>[8]</sup>。此外,郊县的风疹抗体阳性率低于中心城区,可见区县间的免疫规划工作存在差距,应对薄弱地区开展 RCV 的补充免疫活动。

德国有研究发现距离最近一次 MMR 接种时间越长,麻疹、风疹、腮腺炎的抗体水平阴性率越高<sup>[11]</sup>。本研究中年龄与麻疹抗体浓度呈负相关关系,可见麻疹 IgG 抗体浓度会随时间推移而衰减,但各年龄段间的风疹抗体 GMC 无明显差别。另外,有 MCV 免疫史是本地区儿童麻疹抗体阳性的保护因素,可见通过疫苗接种可获得有效的抗体保护。本次调查还发现:居住地为城镇的儿童麻疹、风疹的抗体阳性率与 GMC 均高于农村,陕西省 2007 年 3~6 岁健康儿童的麻疹、风疹抗体水平及阳性率乡村均高于城市<sup>[12]</sup>,可见实施扩大免疫规划工作前后城乡儿童的麻疹、风疹免疫状况发生改变。据西安市以往疫苗调查接种率结果显示,近五年来西安市 MCV 常规免疫覆盖率均在 95% 以上,但首剂及时接种率在 85% 以下。随着城镇一体化建设和发展和扩大免疫规划的有力实施,农村地区的疫苗接种率不断上升,以往易自然感染的农村人群现也较少有机会感染麻疹野病毒,而城镇人口居住密度高,人口

流动性大,接种工作较难管理,虽然接种率略低于农村地区,但麻疹、风疹等呼吸道传染病的发病率较高,接触病例的机会增多,从而导致抗体阳性率高。

幼托儿童由于场所及人群的特殊性,一旦有因免疫空白而出现麻疹、风疹病例,则极易发展为暴发疫情。西安市 2009 年就发生了两起散居儿童麻疹暴发疫情<sup>[4]</sup>,2010~2013 年间共发生 4 起因风疹引起的学校突发公共卫生事件,病例数达 90 人<sup>[13]</sup>。本次监测发现西安市 2~5 岁儿童麻疹、风疹抗体水平与其他地区仍有一定的差距,虽然麻疹能达到防止暴发的保护水平,但风疹抗体阳性率偏低,且儿童中仍有免疫空白和未完成两剂次接种的情况。建议对学龄前儿童加强常规免疫与查漏补种工作,可通过预防接种证的管理和入托入学接种证查验,切实掌握幼托儿童的疫苗接种史,另外还需加强农村地区的疫苗质量管理,同时要开展免疫效果监测和相关影响因素研究。

本研究中接种史来源于儿童预防接种个案信息管理系统,因本地区未建立市级平台,因此需结合查阅预防接种证来确定接种史。因国内外麻疹、风疹血清流行病学监测所采用的试剂盒来自不同厂家,且抽样方法也不同,本研究在与其他地区研究结果比较时存在一定的局限性。本研究结果基于西安市的情况,还可能具有区域局限性。因此,在消除麻疹风疹的进程中,各地应结合实际情况采取针对性的免疫策略和管理手段。

(感谢西安市各区县疾病预防控制中心在麻疹、风疹血清流行病学现场调查中所作出的贡献)

#### 参考文献:

- [1] Perry RT, Murray JS, Gacic-Dobo M, et al. Progress towards regional measles elimination, worldwide, 2000-2014 [J]. *Wkly Epidemiol Rec*, 2015, 90(46): 623-31.
- [2] Liu L, Oza S, Hogan D, Perin J, et al. Global, regional, and national causes of child mortality in 2000-13, with projections to inform post-2015 priorities: an updated systematic analysis [J]. *Lancet*, 2015, 385(9966): 430-440.
- [3] World Health Organization. Global measles and rubella strategic plan: 2012-2020 [s]. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2012.
- [4] 杨杨,邢远,侯铁军,等.西安市 2008~2013 年麻疹流行病学特征分析[J]. *中华疾病控制杂志*, 2015, 19(3): 307-309. YANG Yang, XING Yuan, HOU Tie-jun, et al. Analysis on epidemiological characteristics of measles in Xi'an City, 2008-2013 [J]. *Chinese Journal of Disease Control and Prevention*, 2015, 19(3): 307-309.

(下转第 394 页)

- Health, 2011, 27 (7): 816-818.
- [4] 谢学迎. 泰安市维持无脊髓灰质炎状态的策略与效果分析[J]. 微生物学免疫学进展, 2012, 40(5): 58-62.  
XIE Xue-ying. Analysis on strategy and effect of maintaining Polio-free status in Taian [J]. Progress in Microbiology and Immunology, 2012, 40(5): 58-62.
- [5] 覃志英, 方刚, 杜飞等. 2011~2012年四川省急性弛缓性麻痹病例流行病学分析及监测系统运转情况评价[J]. 预防医学情报杂志, 2014, 30(5): 356-360.  
QIN Zhi-ying, FANG-Gang, DU-Fei, et al. Epidemiological Analysis of Acute Flaccid Paralysis During 2011-2012 in Sichuan and Evaluation on the Surveillance System [J]. Journal of Preventive Medicine Information, 2014, 30(5): 356-360.
- [6] 申树林, 王晓萍. 合肥市无脊髓灰质炎状态分析[J]. 疾病控制杂志, 2006, 10(5): 549-550.  
SHEN Shu-lin, Wang Xiao-ping. Analysis of Strategy on Polio-free Status in Hefei [J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2006, 10(5): 549-550.
- [7] 梁晓峰. 实现无脊髓灰质炎后中国免疫规划工作现状分析[J]. 中国计划免疫, 2005, 11(5): 333-338.  
LIANG Xiao-feng. The analysis of immunization on polio-free status in China [J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2005, 11(5): 333-338.
- [8] 李黎, 温宁, 夏伟等. 中国2006年急性弛缓性麻痹病例监测系统运转情况分析[J]. 中国计划免疫, 2007, 13(6): 518-521.  
LI Li, WEN Ning, XIA Wei, et al. Analysis on Working Status of Acute Flaccid Paralysis Case Surveillance System in China in 2006 [J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2007, 13(6): 518-521.
- [9] 罗会民, 余文周, 温宁等. 中国脊髓灰质炎疫苗使用历史回顾及免疫策略调整建议[J]. 中国疫苗和免疫, 2014, 20(2): 172-176.  
LUO Hui-ming, YU Wen-zhou, WEN Ning. Application of Polio-myelitis Vaccine and Recommendation on Switch of Immunization Strategies in China [J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2014, 20(2): 172-176.
- [10] World Health Organization. Polio Vaccines-WHO position paper [J]. Weekly epidemiological record, 2014, 89(9): 73-92.

#### (上接第398页)

- [5] 刘继锋, 相晓妹, 马超锋等. 2004~2012年西安市风疹流行病学分析[J]. 现代预防医学, 2015, 42(2): 208-210.  
LIU Ji-feng, XIANG Xiao-mei, MA Chao-feng, et al. Analysis of the epidemiological characteristics of rubella in Xi'an City from 2004-2012 [J]. Modern Preventive Medicine, 2015, 42(2): 208-210.
- [6] 张青华, 侯铁军, 王荣等. 西安市2009年健康人群麻疹抗体水平监测分析[J]. 中国免疫学杂志, 2014, 30(4): 516-519.  
ZHANG Qing-Hua, HOU Tie-Jun, WANG Rong, et al. Analysis on monitoring measles antibody levels among healthy population in Xi'an city in 2009 [J]. Chinese Journal of Immunology, 2014, 30(4): 516-519.
- [7] WHO. Measles Vaccines: WHO Position Paper [J]. WER, 2009, 84(35): 349-360.
- [8] 王蓓, 王晓萍, 刘振武等. 合肥市2011年健康人群麻疹、风疹、流行性腮腺炎抗体水平调查[J]. 医学动物防制, 2014, 30(2): 157-163.  
WANG Bei, WANG Xiao-ping, LIU Zhen-wu, et al. Observation on the level of antibodies of measles, mumps and rubella in Hefei 2011 [J]. Journal of Medical Pest Control, 2014, 30(2): 157-163.
- [9] Zhifang Wang, Rui Yan, Hanqing He, 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. Measles Elimination and Rubella and Mumps Control. 2014 [J]. PLOS ONE, 2014, 9(2): 1-7.
- [10] 王常银, 许青, 宋立志等. 山东省健康人群风疹抗体水平分析[J]. 中国疫苗和免疫, 2013, 19(4): 341-344.  
WANG Chang-yin, XU Qing, SONG Li-zhi, et al. Analysis on Serum Levels of Rubella Antibodies among Healthy People in Shandong Province [J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2013, 19(4): 341-344.
- [11] Poethko-Mueller C, Mankertz A. Seroprevalence of Measles-, Mumps- and Rubella-Specific IgG Antibodies in German Children and Adolescents and Predictors for Seronegativity [J]. PLOS ONE, 2012, 7(8): 1-13.
- [12] 李平, 司源, 关蓉晖. 陕西省儿童麻疹、风疹、腮腺炎抗体水平检测[J]. 中国公共卫生, 2009, 25(10): 1229-1230.  
LI Ping, SI Yuan, GUAN Rong-hui. Levels of antibodies of measles, mumps and rubella in children of Shaanxi [J]. Chinese Journal of Public Health, 2009, 25(10): 1229-1230.
- [13] 张辉, 刘继锋, 谢龙, 等. 西安市2006~2013年学校突发公共卫生事件流行病学分析[J]. 中国学校卫生, 2015, 36(4): 628-630.  
ZHANG Hui, LIU Ji-feng, XIE Long, et al. Epidemiological analysis on emergency public health events at schools in Xi'an city during 2006-2013 [J]. Chin J Sch Health, 2015, 36(4): 628-630.