

# 上海市松江区 319 对母婴麻疹和风疹抗体水平研究

朱祺 胡塔静 沈静雯 沈金花 陈文花 顾士康 陆红梅

上海市松江区疾病预防控制中心免疫预防科 201620

通信作者:陆红梅,Email:sjcdclhm@126.com,电话:021-37731093

**【摘要】 目的** 了解上海市松江区产妇及新生儿麻疹和风疹的抗体水平。**方法** 于 2016 年 11 月至 2017 年 2 月,以松江区妇幼保健院符合纳入排除标准的 319 名产妇及其新生儿作为研究对象,采用 ELISA 检测研究对象血清的麻疹和风疹 IgG 抗体几何平均浓度(GMC),比较产妇和婴儿间麻疹和麻疹抗体水平差异,采用 Spearman 相关分析研究产妇与婴儿间麻疹和风疹抗体水平的相关性。**结果** 产妇分娩年龄为(29.71±4.25)岁,分娩时胎儿的胎龄为(39.06±1.30)周;麻疹抗体阳性率为 82.5%(243/319),抗体保护率为 43.3%(135/319),抗体 GMC 的  $M(QR)$  值为 655.74(251.21~1 299.02) mIU/ml;风疹抗体阳性率为 61.1%(195/319),抗体 GMC 的  $M(QR)$  值为 31.34(11.65~73.61) IU/ml。新生儿麻疹抗体阳性率为 84.1%(270/321),抗体保护率为 46.1%(148/321),GMC 的  $M(QR)$  值为 665.07(279.63~1 544.07) mIU/ml;风疹抗体阳性率为 69.5%(223/321),GMC 的  $M(QR)$  值为 40.30(16.12~98.48) IU/ml。产妇及婴儿间麻疹( $Z=-14.64, P<0.001$ )、风疹( $Z=-8.66, P<0.001$ )抗体 GMC 差异有统计学意义。产妇及婴儿间麻疹( $r=0.76, P<0.001$ )、风疹( $r=0.86, P<0.001$ )抗体水平存在正相关关系。**结论** 母传麻疹和风疹抗体存在浓缩效应,新生儿麻疹和风疹抗体水平高于母亲,且随着母亲抗体水平的升高而升高。

**【关键词】** 麻疹; 风疹; 母婴; 抗体水平

**基金项目:**上海市松江区科学技术攻关项目(15SJGG32)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2019.04.011

## A study on measles and rubella antibody level in 319 pairs of mothers and infants in Songjiang District of Shanghai

Zhu Qi, Hu Tajing, Shen Jingwen, Shen Jinhua, Chen Wenhua, Gu Shikang, Lu Hongmei

Immunoprophylaxis Department, Songjiang District Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 201620, China

Corresponding author: Lu Hongmei, Email: sjcdclhm@126.com, Tel: 0086-21-37731093

**【Abstract】 Objective** To explore serum levels of measles and rubella IgG antibodies among mothers and infants. **Methods** According to the inclusion and exclusion criteria, we selected 319 puerperae and their infants in maternal hospitals of Songjiang district November 2016 to February 2017, venous blood were collected and serum measles and rubella IgG antibodies were measured using ELISA. To study the correlation between the level of measles and rubella antibodies in infants and mothers' by using the Spearman's correlation analysis. **Results** The age at delivery was (29.71 ± 4.25) years old; and the gestational age at delivery was (39.06±1.30) weeks. The positive rate and protection rate of measles antibody in puerperae were 82.5% (243/319) and 43.3% (135/319), the GMC [ $M(QR)$ ] was 655.74 (251.21~1 299.02) mIU/ml. The positive rate of rubella antibody in puerperae was 61.1% (195/319), the GMC [ $M(QR)$ ] was 31.34 (11.65~73.61) IU/ml. The positive rate and protection rate of measles antibody in infants were 84.1% (270/321) and 46.1% (148/321), the GMC [ $M(QR)$ ] was 665.07 (279.63~1 544.07) mIU/ml. The positive rate of rubella antibody in infants was 69.5% (223/321), the GMC [ $M(QR)$ ] was 40.30 (16.12~98.48) IU/ml. There was statistical difference in measles ( $Z=-14.64, P<0.001$ ) and rubella ( $Z=-8.66, P<0.001$ ) antibody levels between mothers and infants. There was positive correlation in measles ( $r=0.76, P<0.001$ ) and rubella ( $r=0.86, P<0.001$ ) antibody level between mothers and infants. **Conclusion** The maternal antibody of measles and rubella had a concentration effect. The level of measles and rubella antibodies in the infants was

higher than that in the mothers' and increased with the increase of the level of measles and rubella antibodies in the mothers.

**【Key words】** Measles; Rubella; Mothers and infants; Antibody

**Fund program:** The Key Technologies R & D Program of Songjiang District Shanghai (15SJGG32)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2019.04.011

自 20 世纪 60 年代开始使用疫苗以来,特别是 2008 年实施扩大国家免疫规划项目后,中国麻疹和风疹疫情均得到了有效的控制<sup>[1-3]</sup>。但由于在疫苗接种后接种者体内抗体水平会随着时间的推移逐年下降<sup>[4]</sup>,加之人口流动性的逐年增强,从而导致相关人群的发病时有发生,尤以成人和疫苗初免月龄(8 月龄)前婴儿的麻疹发病最为明显<sup>[5-7]</sup>。另外,在妇女怀孕早期,特别是在妊娠前 3 个月感染风疹病毒还可引起流产、死产和先天性风疹综合征(congenital rubella syndrome, CRS)<sup>[8-9]</sup>。本研究对现阶段上海市松江区产妇及其新生儿麻疹和风疹抗体水平进行调查,分析了母婴抗体水平之间的关系,为推行育龄女性的强化免疫,进而控制初免前婴儿麻疹和风疹的发病,及减少新生儿 CRS 的发生提供依据。

## 对象与方法

1. 对象:于 2016 年 11 月至 2017 年 2 月,选取在上海市松江区妇幼保健院分娩的 319 名产妇及其新生儿作为调查对象。(1)纳入标准:在松江区居住超过 6 个月,同时在今后 1 年内无离开松江计划的产妇及其新生儿,新生儿分娩后均健康存活;(2)排除标准:合并胎盘或胎膜异常疾病者;合并脐带或羊水量异常疾病者;合并其他内外科疾病或感染性疾病者;新生儿排除胎儿窘迫、胎儿生长畸形、胎儿生长受限等异常情况。本研究通过了复旦大学公共卫生学院医学研究伦理委员会批准(批号:2016-04-0587),调查对象均签署了知情同意书。

2. 标本采集:有研究显示,脐带血与新生儿外周血抗体效价检测结果相仿,只要注意精细操作避免母血污染,可用脐带血替代外周血用于新生儿抗体效价检测试验<sup>[10]</sup>。因此,鉴于新生儿外周血的抽取存在一定难度,本次研究标本选择采集产妇的外周静脉血 3 ml 及新生儿近体端脐带血 3 ml,并及时分离血清并置于 -20℃ 保存。

3. 血标本抗体水平检测:使用德国维润/赛润(virion/serion)公司生产的麻疹病毒 IgG 抗体检测

试剂盒和风疹病毒 IgG 抗体检测试剂盒,采用 ELISA 定量检测母婴麻疹和风疹 IgG 抗体。判断标准:麻疹 IgG 抗体活性  $\geq 200$  mIU/ml 为抗体阳性,  $\geq 150$  mIU/ml 并  $< 200$  mIU/ml 为可疑阳性,  $< 150$  mIU/ml 为阴性;同时设定麻疹 IgG 抗体活性  $< 200$  mIU/ml 为易感水平,  $200 \sim 800$  mIU/ml 为低抗体水平,  $> 800$  mIU/ml 为高抗体水平(保护性抗体水平)。风疹 IgG 抗体活性  $\geq 20$  IU/ml 为抗体阳性,  $\geq 10$  IU/ml 并  $< 20$  IU/ml 为可疑阳性,  $< 10$  IU/ml 为阴性;同时设定风疹 IgG 抗体活性  $< 20$  IU/ml 为易感水平,  $20 \sim 80$  IU/ml 为低抗体水平,  $> 80$  IU/ml 为高抗体水平。

4. 统计学分析:应用 Excel 2010 进行研究数据录入,使用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析。产妇年龄、新生儿胎龄和出生体重均服从正态分布,采用  $\bar{x} \pm s$  表示;母婴麻疹和风疹 IgG 抗体的几何平均浓度(geometric mean concentration, GMC)为偏态分布,采用  $M(P_{25} \sim P_{75})$  表示。采用 Wilcoxon 符号秩和检验比较母婴间麻疹和风疹 IgG 抗体 GMC 的差异;采用 Mann-Whitney  $U$  检验(不同母亲年龄、性别、户籍、分娩方式组)或 Kruskal-Wallis(不同出生体重、胎龄、母亲麻疹抗体水平组)检验比较不同特征产妇或新生儿间麻疹和风疹 IgG 抗体 GMC 的差异;采用  $\chi^2$  检验比较母婴间、不同特征产妇或新生儿间麻疹和风疹 IgG 抗体阳性率、保护率的差异;采用 LSD 法开展两两比较;采用 Spearman 相关分析研究母婴间麻疹和风疹抗体水平的相关性。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

1. 基本情况:319 名产妇中,本市户籍 201 名,非本市户籍 118 名;分娩年龄为  $(29.71 \pm 4.25)$  岁,分娩时胎儿的胎龄为  $(39.06 \pm 1.30)$  周;有明确麻疹和风疹疫苗免疫史的产妇分别为 86(27.0%)和 29 名(9.1%),无免疫史者分别为 75(23.5%)和 132 名(41.4%),免疫史不详者均为 158 名(49.5%);有麻疹和风疹既往感染史的产妇分别为 6(1.9%)和

11 名(3.5%)。新生儿共 321 名(含 2 对双胞胎),无出生缺陷儿童,其中男婴 166 名,女婴 155 名,出生体重为(3 367.60±413.19)g。

2. 母婴麻疹和风疹抗体水平比较:(1)麻疹抗体水平的比较:母婴麻疹 IgG 抗体 GMC 的  $M$  分别为 655.74 和 665.07 mIU/ml ( $Z=-14.64, P<0.001$ ); 抗体阳性率分别为 82.5% (263 名) 和 84.1% (270 名) ( $\chi^2=0.32, P=0.572$ ); 抗体保护率分别为 42.3% (135 名) 和 46.1% (148 名) ( $\chi^2=0.93, P=0.335$ )。 (2) 风疹抗体水平的比较: 母婴的风疹 IgG 抗体 GMC 的  $M$  分别为 31.34 和 40.30 IU/ml ( $Z=-8.66, P<0.001$ ); 抗体阳性率分别为 61.13% (195 名) 和 69.5% (223 名) ( $\chi^2=4.91, P=0.027$ )。

3. 产妇麻疹和风疹抗体水平:(1)麻疹抗体水平: 不同年龄或不同麻疹疫苗免疫史产妇间麻疹 IgG 抗体 GMC、抗体阳性率和抗体保护率的差异均无统计学意义。非本市户籍产妇麻疹 IgG 抗体 GMC

高于本市户籍产妇( $P=0.014$ ),麻疹抗体保护率亦高于本市户籍产妇( $P=0.009$ )。见表 1。(2)风疹抗体水平的比较: 不同特征产妇间风疹 IgG 抗体 GMC、抗体阳性率的差异均无统计学意义。见表 2。

4. 新生儿麻疹和风疹抗体水平:(1)麻疹抗体水平: 非本市户籍新生儿麻疹 IgG 抗体 GMC 和抗体保护率均高于本市户籍( $P$ 值均 $<0.05$ )。母亲麻疹抗体水平为易感、低抗体和高抗体水平新生儿 IgG 抗体的 GMC 分别为 201.33、506.24 和 1 641.55 mIU/ml ( $P<0.001$ ), 两两比较发现, 差异均存在统计学意义 ( $P$ 值均 $<0.001$ )。详见表 3。(2)风疹抗体水平的比较: 胎龄 $<38$ 、 $38\sim 40$  和  $>40$  周新生儿的 IgG 抗体的 GMC 分别为 19.10、39.83 和 56.46 IU/ml ( $P=0.032$ ), 抗体阳性率分别为 47.5% (19 名)、72.5% (158 名) 和 73.0% (46 名) ( $P=0.005$ ), 两两比较发现, 胎龄 $<38$  周新生儿风疹 IgG 抗体 GMC 和阳性率均低于 $\geq 38$  周新生儿 ( $P$ 值均 $<0.001$ )。母亲风疹抗体水平

表 1 上海市不同特征产妇麻疹抗体 GMC、抗体阳性及保护情况比较

项目	调查人数	抗体 GMC [mIU/ml, $M(QR)$ ]	$Z/H$ 值	$P$ 值	抗体阳性人数 [名(%)]	$\chi^2$ 值	$P$ 值	保护性抗体人数 [名(%)]	$\chi^2$ 值	$P$ 值
年龄(岁)			-0.93	0.354		0.86	0.355		1.42	0.234
<30	166	578.32(265.61~1 180.35)			140(84.3)			65(39.2)		
$\geq 30$	153	741.61(237.47~1 395.07)			123(80.4)			70(45.8)		
户籍			-2.45	0.014		0.69	0.408		6.74	0.009
本市	201	531.69(234.63~1 099.00)			163(81.1)			74(36.8)		
外来	118	824.22(307.90~1 479.75)			100(84.8)			61(51.7)		
麻疹疫苗免疫史			2.16	0.339		0.16	0.921		4.09	0.129
有	86	500.42(231.44~1 143.61)			72(83.7)			30(34.9)		
无	75	828.82(249.22~1 537.75)			61(81.3)			38(50.7)		
不详	158	683.83(257.13~1 305.32)			130(82.3)			67(42.4)		
合计	319	655.74(251.21~1 299.02)			263(82.5)			135(42.3)		

注:GMC:几何平均浓度

表 2 上海市不同特征产妇风疹抗体 GMC 及抗体阳性情况比较

项目	调查人数	抗体 GMC [IU/ml, $M(QR)$ ]	$Z/H$ 值	$P$ 值	抗体阳性人数 [名(%)]	$\chi^2$ 值	$P$ 值
年龄(岁)			-1.50	0.135		1.06	0.304
<30	166	27.40(10.74~67.28)			97(58.4)		
$\geq 30$	153	34.27(14.20~82.89)			98(64.1)		
户籍			-1.01	0.315		3.50	0.061
本市	201	27.08(10.74~77.08)			115(57.2)		
外来	118	35.67(14.62~68.23)			80(67.8)		
风疹疫苗免疫史			3.86	0.145		5.41	0.067
有	29	19.24(8.80~49.90)			14(48.3)		
无	132	30.48(12.36~74.48)			75(56.8)		
不详	158	34.33(12.35~81.21)			106(67.1)		
合计	319	31.34(11.65~73.61)			195(61.13)		

注:GMC:几何平均浓度

表3 上海市不同特征新生儿麻疹抗体 GMC、抗体阳性及保护情况比较

项目	调查人数	抗体 GMC [mIU/ml, <i>M(QR)</i> ]	Z/H 值	P 值	抗体阳性 人数[名(%)]	$\chi^2$ 值	P 值	保护性抗体 人数[名(%)]	$\chi^2$ 值	P 值
母亲年龄(岁)			-0.39	0.696		0.20	0.654		0.00	0.999
<30	167	649.69(286.68~1 419.63)			139(83.2)			77(46.1)		
≥30	154	691.30(264.21~1 671.87)			131(85.1)			71(46.1)		
性别			-0.63	0.531		1.06	0.303		0.60	0.438
男	166	756.62(291.72~1 566.72)			143(86.1)			80(48.2)		
女	155	572.79(261.21~1 532.91)			127(81.9)			68(43.9)		
户籍			-2.51	0.012		0.76	0.384		7.25	0.007
本市	203	563.91(255.61~1 355.09)			168(82.8)			82(40.4)		
外来	118	996.15(319.61~1 784.15)			102(86.4)			66(55.9)		
分娩方式			-0.86	0.390		1.04	0.308		1.11	0.292
顺产	172	772.05(294.84~1 628.84)			148(86.0)			84(48.8)		
剖腹产	149	583.05(260.54~1 528.43)			122(81.9)			64(43.0)		
出生体重(g)			3.26	0.196		3.17	0.205		1.00	0.605
<3 000	55	457.50(222.58~1 285.06)			42(76.4)			22(40.0)		
3 000~3 499	138	694.70(294.96~1 669.83)			117(84.8)			65(47.1)		
≥3 500	128	737.29(285.80~1 616.43)			111(86.7)			61(47.7)		
胎龄(周)			2.78	0.249		7.73	0.021		1.16	0.559
<38	40	441.31(268.42~1 179.59)			36(90.0)			16(40.0)		
38~40	218	657.38(246.64~1 589.78)			175(80.3)			100(45.9)		
>40	63	937.54(361.31~1 619.00)			59(93.7)			32(50.8)		
母亲麻疹抗体水平			142.99	<0.001		59.43	<0.001		119.96	<0.001
易感水平	56	201.33(75.16~295.80)			28(50.0)			2(3.6)		
低抗体水平	129	506.24(306.32~872.99)			116(89.9)			37(28.7)		
高抗体水平	136	1 641.55(967.83~2 353.32)			126(92.6)			109(80.1)		
合计	321	665.07(279.63~1 544.07)			270(84.1)			148(46.1)		

注:GMC:几何平均浓度

为易感、低抗体和高抗体水平新生儿风疹 IgG 抗体 GMC 分别为 9.55、52.48 和 134.90 IU/ml ( $P < 0.001$ ), 两两比较发现, 差异均有统计学意义 ( $P$  值均  $< 0.001$ )。详见表 4。

5. 母婴间麻疹和风疹抗体水平的相关性分析: 母婴间麻疹和风疹抗体水平均呈正相关关系 ( $r$  值分别为 0.76 和 0.86,  $P$  值均  $< 0.001$ )。

## 讨 论

母传抗体水平的高低直接影响婴儿在免疫接种前对麻疹和风疹的易感性。有研究显示, 育龄妇女体内的麻疹抗体多数通过主动接种疫苗获取<sup>[11]</sup>, 随着时间推移, 抗体水平会下降, 后续如未及时加强免疫, 并且缺乏隐性感染的机会, 故会出现体内无保护性抗体或抗体水平很低的情况。风疹疫苗自 20 世纪 90 年代纳入计划免疫管理<sup>[12]</sup>, 直至 2007 年实施扩大免疫规划后, 被纳入到常规免疫<sup>[13]</sup>, 但

接种的主要对象仍为儿童, 目前的育龄期妇女缺少风疹疫苗的接种史, 而妇女在妊娠期间如感染风疹病毒, 可通过胎盘感染胎儿, 引起 CRS, 造成流产、死胎或新生儿神经性耳聋、先天性心血管畸形等多种严重损害<sup>[14-15]</sup>。

本研究结果显示, 不同免疫史的产妇麻疹和风疹抗体水平之间的差异无统计学意义。由于本次免疫史的调查是通过产妇自述进行统计, 可能存在记忆偏倚, 同时产妇也可能存在自然感染的情况。而自述有麻疹或风疹疫苗接种史的产妇, 接种时间大多超过 10 年, 由于接种时间长, 抗体水平可能有所下降。本研究中, 产妇麻疹抗体阳性率、抗体保护率、抗体 GMC; 风疹抗体阳性率、抗体 GMC 与上海市金山区的调查结果<sup>[16]</sup>相似, 低于北京、重庆和深圳的调查结果<sup>[14, 17-18]</sup>。可能为检测试剂阳性判断标准差异(如杨洁等<sup>[18]</sup>在深圳调查育龄期妇女风疹抗体水平时其阳性判断标准为  $GMC \geq 15$  IU/ml)或即使检测标准与本研究一致, 但分析时灰区资料的

表 4 上海市不同特征新生儿风疹抗体 GMC 及抗体阳性情况比较

项目	调查人数	抗体 GMC [IU/ml, M(QR)]	Z/H 值	P 值	抗体阳性人数 [名(%)]	$\chi^2$ 值	P 值
母亲年龄(岁)			-1.27	0.205		2.13	0.144
<30	167	39.89(13.02~88.31)			110(65.9)		
≥30	154	40.86(18.86~108.18)			113(73.4)		
性别			-1.22	0.224		1.90	0.168
男	166	41.08(18.65~102.39)			121(72.9)		
女	155	37.04(11.59~94.74)			102(65.8)		
户籍			-1.30	0.193		3.12	0.077
本市	203	37.44(13.57~100.48)			134(66.0)		
外来	118	44.28(21.17~92.11)			89(75.4)		
分娩方式			-0.34	0.736		0.72	0.396
顺产	172	41.78(15.32~107.96)			116(67.4)		
剖腹产	149	38.48(18.15~89.44)			107(71.8)		
出生体重(g)			0.72	0.699		0.63	0.728
<3 000	55	42.31(12.42~109.38)			38(69.1)		
3 000~3 499	138	35.70(14.95~106.75)			93(67.4)		
≥3 500	128	44.94(19.02~89.02)			92(71.9)		
胎龄(周)			6.88	0.032		10.41	0.005
<38	40	19.10(5.33~65.86)			19(47.5)		
38~40	218	39.83(18.55~95.19)			158(72.5)		
>40	63	56.46(18.90~109.30)			46(73.0)		
母亲风疹抗体水平			203.32	<0.001		139.41	<0.001
易感水平	126	13.12(3.27~23.27)			40(31.7)		
低抗体水平	122	56.34(36.64~79.29)			113(92.6)		
高抗体水平	73	138.63(108.34~205.81)			70(95.9)		
合计	321	40.30(16.12~98.48)			223(69.5)		

注:GMC:几何平均浓度

取舍不一也会影响结果。本研究结果提示,本区育龄妇女麻疹和风疹抗体阳性率不高,缺乏高水平抗体的保护,育龄妇女感染麻疹、风疹病毒的可能性增大,也将增加新生儿发生 CRS 的潜在风险。

上海市麻疹发病率近几年总体呈下降趋势<sup>[19-20]</sup>,但仍存在低月龄婴儿麻疹多发的情况,有研究显示,由于母体的抗体水平低,其生育的新生儿在现行的初免月龄前由于得不到母传抗体的保护易于患麻疹<sup>[21-22]</sup>。本研究结果显示,母婴抗体水平间存在一定的差异,新生儿麻疹、风疹 GMC 均高于产妇,与 Lennon 和 Black<sup>[23]</sup>报告吻合,母亲的麻疹抗体会通过胎盘浓缩后转移给新生儿<sup>[24]</sup>。本研究发现,不同抗体水平的产妇,其所生的新生儿母传抗体水平间存在差异;产妇年龄、新生儿性别、户籍等情况未发现新生儿母传抗体水平间存在差异。新母婴麻疹、风疹抗体水平呈正相关,新生儿的麻疹和风疹抗体水平随母亲抗体水平的升高而升高,与唐广心等<sup>[25]</sup>的研究结果相似。在麻疹和风疹自

然感染减少的当下,大多数母亲的麻疹和风疹抗体来自人工免疫,母亲通过预防接种获得的免疫力可对婴儿带来重要的影响。因此,为预防初免前婴儿麻疹、风疹及 CRS 的发生,建议将麻疹和风疹 IgG 抗体检测纳入女性婚前检查常规项目,对检测结果阴性或低抗体水平的女性接种麻疹风疹联合疫苗,以提高母体的抗体水平,保障母婴健康。

本研究揭示了松江区不同特征母婴麻疹、风疹免疫水平情况,其局限性在于本文为横断面研究,对于新生儿麻疹、风疹母传抗体水平随年龄增长的衰减情况需进一步开展前瞻性研究。同时,本次研究对于育龄期妇女孕前补种麻疹、风疹疫苗的论断仅提供了线索,制定何种免疫策略能使新生儿得到最优的母传抗体保护尚需研究的证据支持。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] Bellini WJ, Rota PA. Biological feasibility of measles

- eradication[J]. *Virus Res*, 2011,162(1-2):72-79. DOI: 10.1016/j.virusres.2011.09.023.
- [2] 李兰娟,任红. 传染病学. 8版[M]. 北京:人民卫生出版社, 2013.
- [3] 贾霜凯. 风疹病毒疫苗的研究进展[J]. 微生物学免疫学进展, 2011, 39(1): 76-79. DOI: 10.3969 / j. issn. 1005-5673. 2011.01.018.
- [4] 王树巧,谢广中,朱琦平,等. 麻疹疫苗免疫持久性研究——初免后24~25年追踪观察[J]. 中国生物制品学杂志, 2002, 15(1):58-60.
- [5] 马静,罗会明,郝利新,等. 中国2005—2011年风疹流行病学特征分析[J]. 中国疫苗和免疫,2012,18(6):500-503, 540.
- [6] 马超,郝利新,苏琪茹,等. 中国2014年麻疹流行病学特征分析[J]. 疾病监测,2015,30(10):818-823. DOI: 10.3784/j. issn.1003-9961.2015.10.006.
- [7] 李平,司源,武继守,等. 西安市婴儿麻疹发病原因及防治策略的探讨[J]. 中国计划免疫,2001,7(2):76-78. DOI: 10.3969/j.issn.1006-916X.2001.02.005.
- [8] Publication W. Rubella vaccines: WHO position paper--recommendations[J]. *Vaccine*, 2011,29(48):8767-8768. DOI: 10.1016/j.vaccine.2011.08.061.
- [9] Centers for Disease Control and Prevention. Epidemiology and prevention of vaccine-preventable diseases[M]. 12<sup>th</sup> edition. Washington DC: Public Health Foundation,2011:275-290.
- [10] 傅虹,严海雅,何珊珊,等. 脐带血与新生儿外周血血型鉴定和抗体效价检测结果比较[J]. 中国乡村医药,2017,24(3):63-64. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5180.2017.03.039.
- [11] 刘新利,王云婕,曹丽,等. 陕西省铜川市孕产妇及婴儿麻疹胎传抗体水平监测分析[J]. 现代预防医学,2014,41(3):437-439.
- [12] Rubella vaccines: WHO position paper[J]. *Wkly Epidemiol Rec*, 2011,86(29):301-316.
- [13] 扩大国家免疫规划实施方案[J]. 中国疫苗和免疫,2008,14(2):183-186.
- [14] 龙前进,毛乃颖,李崇山,等. 北京和重庆市育龄期妇女风疹抗体水平调查[J]. 中国计划免疫,2007,13(2):144-149. DOI: 10.3969/j.issn.1006-916X.2007.02.013.
- [15] 郑青秀,翟力军. 一起双胞胎先天性风疹综合征疫情流行病学调查[J]. 中华预防医学杂志,2012,46(8):766-767. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2012.08.023.
- [16] 宋品娟,王梅,汤喜红,等. 上海市部分孕妇及育龄女性麻疹抗体水平分析[J]. 上海预防医学,2017,29(12):949-952, 962. DOI: 10.3969/j.issn.1004-9231.2017.12.012.
- [17] 张晓华,张晓林,刘彬. 母婴麻疹抗体水平检测结果分析[J]. 中国卫生检验杂志,2008,18(6):1143-1144. DOI: 10.3969/j.issn.1004-8685.2008.06.074.
- [18] 杨洁,黄芳,林喜乐,等. 2010—2013年深圳市罗湖区育龄期妇女风疹IgG抗体水平及发病情况[J]. 实用预防医学, 2014, 21(10): 1168-1170. DOI: 10.3969 / j. issn. 1006-3110. 2014. 10.005.
- [19] 汤喜红,姚红岑,高霞,等. 2004—2015年上海市金山区麻疹流行病学特征分析[J]. 中华微生物学和免疫学杂志, 2016, 36(12): 912-917. DOI: 10.3760 / cma. j. issn. 0254-5101. 2016. 12.006.
- [20] 宋全伟,苏琪茹,马超,等. 2005—2014年中国麻疹空间自相关分析[J]. 中华预防医学杂志,2016,50(7):615-619. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2016.07.010.
- [21] Zhao H, Lu PS, Hu Y, et al. Low titers of measles antibody in mothers whose infants suffered from measles before eligible age for measles vaccination[J]. *Virology*, 2010, 7: 87. DOI: 10.1186/1743-422X-7-87.
- [22] Tang ZZ, Xie YH, Jiraphongsa C, et al. Risk factors for measles in children younger than age 8 months: A case-control study during an outbreak in Guangxi, China, 2013[J]. *Am J Infect Control*, 2016, 44(4): e51-58. DOI: 10.1016 / j. ajic.2015.11.005.
- [23] Lennon JL, Black FL. Maternally derived measles immunity in era of vaccine-protected mothers[J]. *J Pediatr*, 1986, 108(5 Pt 1):671-676.
- [24] 凌立省,周晓芹,刘金宝,等. 母婴麻疹抗体水平及相互关系的初步研究[J]. 检验医学与临床,2010,7(4):321-322. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2010.04.018.
- [25] 唐广心,连昌虎,刘晓军. 58对母婴麻疹抗体水平衰减的研究[J]. 实用预防医学, 2016, 23(10):1190-1192. DOI: 10.3969/j.issn.1006-3110.2016.10.012.

(收稿日期:2018-05-15)

(本文编辑:梁明修)