

小月龄婴儿母传麻疹抗体水平 动态变化的纵向研究

陆龙 曹毅敏 杨琼英 贺晴 董智强 狄彪 傅传喜 王鸣

510176 广州市荔湾区疾病预防控制中心主任室(陆龙); 510440 广州市疾病预防控制中心病毒免疫部(曹毅敏、狄彪), 艾滋病预防控制部(杨琼英), 免疫规划部(贺晴), 业务管理部(董智强), 基层公共卫生部(傅传喜), 主任室(王鸣)

陆龙、曹毅敏同为第一作者

通信作者: 王鸣, Email: wangming@gzcdc.org.cn

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.05.015

【摘要】 目的 研究小月龄婴儿母传麻疹抗体水平的动态变化,探讨减少其感染麻疹病毒的免疫策略。方法 采集2013年7月至2014年4月在广州市某妇幼保健院分娩的母亲及其新生儿出生时(0)、3、5和7月龄血清,采用ELISA检测麻疹IgG抗体,分析母传麻疹抗体水平。结果 共纳入689名母亲及691名新生儿(其中双胞胎2对)。母亲血清麻疹抗体浓度和抗体阳性率分别为513.8 mIU/ml和81.6%,新生儿分别为732.8 mIU/ml和87.3%。新生儿血清麻疹抗体水平与其母亲的血清麻疹抗体水平呈正相关($r=0.917\ 5, P<0.001$)。婴儿自出生后体内的麻疹抗体水平在3月龄时迅速下降,至7月龄时基本转为阴性。低、中抗体水平组婴儿在3月龄时抗体水平均已转为阴性,而高抗体水平组的婴儿在5月龄时抗体水平仍为阳性。结论 不同免疫状态母亲的婴儿其母传麻疹抗体水平在8月龄前已基本无法保护婴儿免于感染麻疹,建议适当调整婴儿麻疹疫苗初免月龄,并提高育龄期妇女麻疹抗体水平,以减少小月龄婴儿麻疹发病。

【关键词】 麻疹; 母传抗体; 婴儿

基金项目: 国家科技重大专项(2012ZX10004213005)

Dynamic maternal measles antibody level in infants: a longitudinal study Lu Long, Cao Yimin,

Yang Qiongying, He Qing, Dong Zhiqiang, Di Biao, Fu Chuanxi, Wang Ming

Director Office, Liwan District Center for Disease Control and Prevention, Guangzhou 510176, China (Lu L); Virology and Immunology Laboratory (Cao YM, Di B), Department of AIDS/STD Control and Prevention (Yang QY), Department of Immunization Program (He Q), Executive Office for Managing Action in Disease Control and Prevention (Dong ZQ), Department of Primary Public Health (Fu CX), Director Office (Wang M), Guangzhou Municipal Center for Disease Control and Prevention, Guangzhou 510440, China

Lu Long and Cao Yimin are the first authors who contributed equally to the article.

Corresponding author: Wang Ming, Email: wangming@gzcdc.org.cn

【Abstract】 **Objective** To understand the dynamic maternal measles antibody level in infants in Guangzhou. **Method** Women who delivered babies in a maternal and child health care hospital in Guangzhou and their infants who were never affected by measles were included in our study. All the serum samples collected from mothers and infants were tested by using enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) for the quantitative measurement of measles IgG antibodies. A longitudinal sero-epidemiological study was conducted to investigate the duration of the presence of measles maternal antibodies in infants based on the measurement at different time points (0, 3, 5, 7 month). **Result** A total of 689 mothers and their 691 infants (two pairs of twins) were included in the study. The concentration and the sero-positivity rate of measles antibody in mothers was 513.8 mIU/ml and 81.6% respectively. The concentration and the sero-positivity rate of measles antibody in infants was 732.8 mIU/ml and 87.3%, respectively. The measles antibody levels of newborns were positively associated with those of mothers ($r=0.917\ 5, P<0.001$), which declined rapidly at 3 months after birth and mostly turned to be negative at 7 months after birth. Measles antibody turned be negative at 3 months after birth in low, middle level groups, but remained to be positive in high level

group at 5 months after birth. **Conclusion** The maternal measles antibody could rarely protect infants at age of 8 months even though mother had been vaccinated or acquired natural immunity. It is suggested to adjust the time of the first dose measles vaccination in infants and increase the measles antibody level of child bearing aged women to reduce the incidence of measles in infants.

【Key words】 Measles; Maternal antibody; Infant

Fund program: National Science and Technology Major Projects of China (2012ZX10004213005)

麻疹疫情近年来呈上升趋势,2012 年全球报告 122 000 例死亡病例^[1]。在北美洲宣布已成功阻断麻疹病毒本地传播的几年后,加拿大、美国等再次出现麻疹疫情暴发^[2-3]。近年我国麻疹发病也大幅升高^[4-6],2013 年全国麻疹发病率由历史最低点 0.46/10 万,回升至 2.84/10 万。接种麻疹疫苗是预防麻疹最为经济有效的手段^[7-8],也是降低麻疹发病率和死亡率的主要公共卫生策略。分析近年来广州市麻疹疫情,发现 8 月龄以下婴儿病例不断增加,与国内多地报告一致^[9-10],一些横断面调查显示,可能与新生儿出生后体内母传麻疹抗体不断衰减而又未能及时接种疫苗获得免疫力有关。为此本研究通过在广州市某妇幼保健院开展小月龄婴儿母传麻疹抗体水平消长分析,探讨减少婴儿感染麻疹病毒的免疫策略。

对象与方法

1. 研究对象:随机选取 2013 年 7 月至 2014 年 4 月在广州市某妇幼保健院进行分娩的母亲及其小月龄婴儿作为研究对象,研究期间母亲和婴儿均未患过麻疹或未接种过麻疹疫苗。采用血清流行病学方法对母亲及其小月龄婴儿 0、3、5 和 7 月龄的母传麻疹抗体消长情况进行纵向研究;分析不同出生年份(根据广州市于 1987 年实施扩大免疫规划,分为 1987 年前出生和 1987 年及以后出生)母亲的麻疹抗体水平与小月龄婴儿麻疹抗体水平的关系,了解出生后、3、5 和 7 月龄麻疹抗体的消长规律。本研究经广州市 CDC 伦理委员会的审查。

2. 问卷调查:采用自行设计问卷调查母亲基本情况和婴儿出生信息,其中第一部分由母亲自行填写,第二部分由医务人员协助填写,回收问卷时调查员需及时核对并补充可能漏填的项目。为提高研究对象的依从性,采取宣传本研究的目的、主动联系受访者、及时反馈检测结果、提供免费项目(如婴儿游泳)、提供母婴保健与免疫相关问题的免费咨询、对 3~7 月龄婴幼儿的生长状况提供健康评估服务等方法,以避免失访偏倚的影响。

3. 样本采集及检测:于孕妇分娩前使用 5 ml 一次性无菌注射器抽取上肢静脉血 2 ml。新生儿脐静脉血以分娩时脐带血替代,断脐前使用 5 ml 一次性

无菌注射器抽取 2 ml 静脉血;另外分别在婴儿 3、5 和 7 月龄期间各采集静脉血 1 ml。所有血液样本采集后室温下静置 30~60 min,3 000 r/min 离心 10 min,将分离出的血清转移至血清冻存管,置 -20 °C 冰箱内保存,统一送广州市 CDC 检测。采用 ELISA 定量检测麻疹 IgG 抗体,检测试剂购自德国维润赛润公司。10 μl 待测血清置 1 000 μl 稀释缓冲液,取 100 μl 样本稀释液加入微孔板内,加入 2 孔阳性对照血清各 100 μl,1 孔阴性对照血清 100 μl;空白对照 1 孔,不加任何液体;将反应板振荡,样品混匀后置 37 °C 温箱或水浴孵育 60 min;浓缩洗液加蒸馏水至 1 000 ml,机洗 5 次,每次 30 s,每孔注入洗液 300 μl(含空白孔),37 °C 温箱或水浴孵育 30 min;每孔加入 100 μl 终止液(含空白孔)终止反应。使用波长 405 nm 进行检测,读取消光系数。

4. 判断标准:麻疹 IgG 抗体浓度 ≥ 200 mIU/ml 为阳性, ≥ 800 mIU/ml 为保护性抗体水平。并依据抗体水平分为易感水平(< 200 mIU/ml)、低抗体水平(≥ 200 且 < 800 mIU/ml)、中抗体水平(≥ 800 且 $< 3 200$ mIU/ml)、高抗体水平($\geq 3 200$ mIU/ml) 4 组。

5. 统计学分析:采用 EpiData 3.0 软件建立数据库,资料整理和数据分析采用 SPSS 19.0 软件。方法包括描述性统计分析、*t* 检验、 χ^2 检验、Wilcoxon 双侧检验等。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

结 果

1. 基本情况:共纳入母亲及其婴儿 691 对(689 名母亲,691 名婴儿,其中有 2 对双胞胎)。分娩时采集母亲外周静脉血和新生儿脐静脉血;另外在婴儿 3、5 及 7 月龄时各采集一次静脉血 1 ml,分别为 170、53 及 44 份。纳入研究的母亲年龄为 16~45 岁,平均年龄(27.7 ± 5.0)岁;婴儿出生体重为 1.62~4.82 kg,平均(3.22 ± 0.38)kg;男女性别比为 1.1:1;孕期为 (39.3 ± 1.2)周。

2. 麻疹抗体水平及阳性率:母亲分娩前血清麻疹抗体浓度为 513.8(95%CI:450.5~585.8) mIU/ml,抗体阳性率为 81.6%(562/689),其中 45.1%(311/689)的母亲抗体浓度达到保护性抗体水平。按出生

年份分组, 1987 年以前出生组母亲体内麻疹抗体浓度及抗体阳性率均高于相应 1987 年及以后出生组, 差异均有统计学意义 ($P=0.013$ 和 $P=0.010$); 但两组母亲的分娩方式、孕期、婴儿的性别和出生体重的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。新生儿血清麻疹抗体浓度为 732.8 (95%CI: 653.3 ~ 822.0) mIU/ml, 抗体阳性率为 87.3% (603/691), 其中有 54.7% (378/691) 的新生儿体内抗体浓度达到保护性抗体水平 (表 1、2)。

3. 母婴麻疹抗体水平的关系: 将 691 对母婴的血清麻疹抗体浓度值进行对数转换, 绘制散点图进行相关性分析 (图 1)。结果显示, 两者血清麻疹抗体水平呈正相关 ($r=0.9175$, $P<0.001$)。新生儿的整体麻疹抗体浓度及易感水平组、低抗体水平组、中抗体水平组的婴儿麻疹抗体浓度均高于相应母亲组, 差异均有统计学意义 (P 值均 <0.001)。见表 3。

4. 婴儿血清麻疹抗体水平变化趋势: 691 名婴儿出生时血清麻疹抗体浓度为 732.8 (95%CI: 653.3 ~ 822.0) mIU/ml, 出生后到 3 月龄时体内麻疹抗体浓度下降为 72.1 (95%CI: 53.4 ~ 97.2) mIU/ml, 为出生时的 9.8%; 5 月龄以后抗体浓度降至 40 mIU/ml 以下。新生儿血清麻疹抗体阳性率为 87.3%, 3 月龄

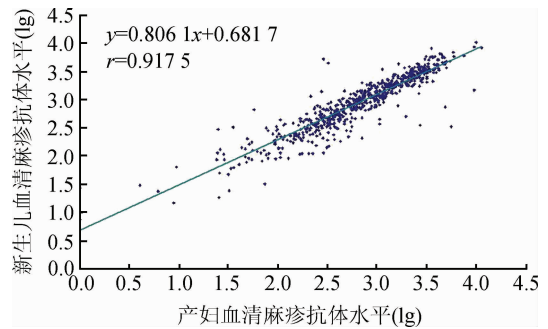


图 1 母婴血清麻疹抗体浓度相关性分析

时为 26.5%, 5、7 月龄时阳性率分别为 20.8% 和 2.3%, 阳性率随月龄增加而迅速降低 (表 2 和图 2)。

按母亲出生年份将婴儿分为两组, 即母亲 1987 年以前出生组和母亲 1987 年及以后出生组。两组新生儿的麻疹抗体浓度分别为 850.9 (95%CI: 742.4 ~ 968.4) mIU/ml 和 608.5 (95%CI: 503.4 ~ 734.4) mIU/ml, 两组婴儿自出生后体内的麻疹抗体迅速下降, 3 月龄时分别降至出生时的 7.8% 和 4.2% (表 2 和图 3)。

5. 婴儿不同麻疹抗体水平组抗体变化趋势: 婴儿自出生至 3 月龄时体内的麻疹抗体水平迅速下降。其中低抗体水平组、中抗体水平组婴儿麻疹抗体水平均在 3 月龄时转为阴性, 而高抗体水平组在 5 月龄时的抗体水平仍为阳性 [474.6 (95%CI: 274.2 ~ 821.3) mIU/ml], 到 7 月龄时转为阴性 (图 3)。

表 1 不同出生时间母亲血清麻疹抗体浓度 (mIU/ml) 及阳性率 (%)

项目	合计	母亲出生		P 值 ^c
		1987 年以前	1987 年及以后	
抗体浓度 ^a	513.8(450.5 ~ 585.8)	615.9(520.9 ~ 724.8)	409.5(328.2 ~ 498.0)	0.013
抗体阳性率 ^b	81.6(562/689)	85.1(325/382)	77.2(237/307)	0.010

注: ^a括号外数据为均值; ^b括号内数据为阳性数/样本数; ^c采用 Wilcoxon 双侧检验

表 2 不同出生年份母亲所生婴儿血清麻疹抗体浓度 (mIU/ml) 及阳性率 (%) 变化趋势

婴儿月龄	所有婴儿		母亲 1987 年以前出生		母亲 1987 年及以后出生		P 值 ^c
	抗体浓度 ^a	阳性率 ^b	抗体浓度 ^a	阳性率 ^b	抗体浓度 ^a	阳性率 ^b	
<3	732.8 (653.3 ~ 822.0)	87.3 (603/691)	850.9 (742.4 ~ 968.4)	89.8 (345/384)	608.5 (503.4 ~ 734.4)	84.1 (258/307)	0.029
3~	72.1 (53.4 ~ 97.2)	26.5 (45/170)	66.3 (45.0 ~ 98.3)	30.6 (30/98)	25.5 (14.3 ~ 42.6)	20.8 (15/72)	0.000
5~	39.7 (21.4 ~ 72.6)	20.8 (11/53)	57.6 (24.0 ~ 123.2)	26.9 (7/26)	17.8 (6.7 ~ 46.2)	14.8 (4/27)	0.160
7	1.7 (0.6 ~ 3.7)	2.3 (1/44)	1.4 (0.43 ~ 3.5)	0 (0/31)	2.9 (0.5 ~ 12.1)	7.7 (1/13)	0.461

注: ^a括号外数据为均值; ^b括号内数据为阳性数/样本数; ^c1987 年以前出生组 vs. 1987 年及以后出生组 (采用 Wilcoxon 双侧检验)

表 3 不同麻疹抗体水平组中母婴抗体浓度 (mIU/ml)

抗体水平组	母亲抗体浓度	新生儿抗体浓度	P 值
易感水平组	31.1(21.8 ~ 44.2)	79.0(56.8 ~ 109.8)	<0.001
低抗体水平组	419.2(399.5 ~ 439.9)	597.0(556.2 ~ 640.9)	<0.001
中抗体水平组	1 593.8(1 518.5 ~ 1 672.4)	1 914.6(1 812.0 ~ 2 023.9)	<0.001
高抗体水平组	4 382.3(4 018.8 ~ 4 779.8)	4 149.5(3 546.3 ~ 4 854.1)	>0.05
合计	513.8(450.5 ~ 585.8)	732.8(653.3 ~ 822.0)	<0.001

注: 括号外数据为均值, 括号内数据为 95%CI; P 值为母亲抗体浓度 vs. 新生儿抗体浓度 (采用 Wilcoxon 双侧检验)

讨 论

本研究显示, 母亲血清麻疹抗体浓度为 513.8 (95%CI: 450.5 ~ 585.8) mIU/ml, 抗体阳性率为 81.6%, 与马瑞等^[11]研究结果相似, 但高于还锡萍等^[12]研究结果, 低于张玮等^[13]、Leuridan 等^[14]研究结果, 表明母亲感染麻疹病毒和疫苗接种水平具有一定的地区差异。同时还观察到, 婴儿出生时血清麻疹抗体浓度是其母亲的 1.43 倍, 提示胎盘对母传麻疹抗体具有浓缩作用。在一些国家和地区的婴儿中亦观察到母传麻疹抗体的胎盘浓缩作用^[11, 15-17], 但也有研究未观察到类似现象^[15, 18-21],

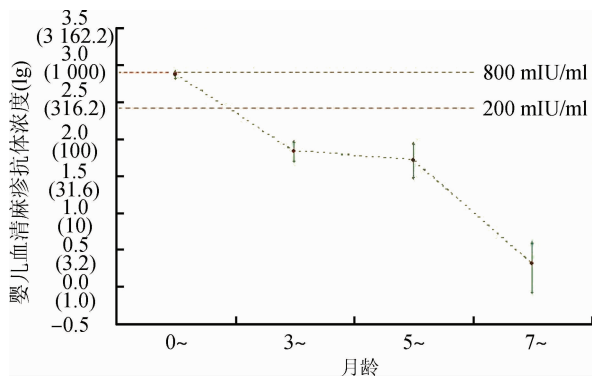


图2 不同月龄婴儿血清麻疹抗体水平变化趋势

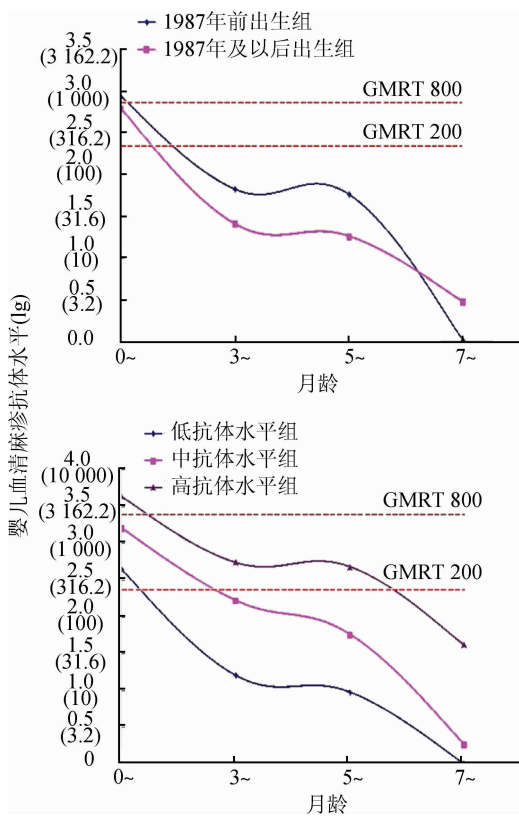


图3 不同年份出生母亲所生婴儿组和婴儿不同麻疹抗体水平组抗体变化趋势

发的免疫持久性低于自然感染者^[24]。

本次观察到婴儿3月龄时母传麻疹抗体平均水平迅速下降,与国内外学者报告的结果类似^[11,14,18]。进一步分析发现,高抗体水平组婴儿($\geq 3\ 200\ \text{mIU/ml}$)在5月龄时麻疹抗体水平仍为阳性,提示其抗体可维持较长时间。鉴于母婴麻疹抗体水平呈正相关,提示通过检测母亲麻疹抗体水平可外推新生儿的母传麻疹抗体水平,从而适当调整麻疹疫苗首剂接种年龄。对于高麻疹抗体水平的母亲,其婴儿不需提前麻疹疫苗首剂接种年龄。国内研究显示^[25],各年龄段育龄期妇女接种疫苗后麻疹抗体阳性率均显著高于接种前;因此建议育龄期妇女孕前接种麻疹疫苗以提高自身麻疹抗体水平,从而提高婴儿在接种首剂麻疹疫苗前的免疫力,减少小月龄婴儿的麻疹病例。

本研究存在不足。由于婴儿采血困难,后期样本失访较严重,可能存在一定的失访偏倚;其次样本仅来自一所医院,代表性差,其外推有限。

志谢 调查中得到广州市CDC、广州市荔湾区妇幼保健院相关人员的大力协助
利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] World Health Organization. Measles [EB/OL]. (2014-02-21) [2014-08-10]. http://www.who.int/immunization/monitoring_surveillance/burden/vpd/surveillance_type/active/measles/en/.
- [2] Dallaire F, de Serres G, Tremblay FW, et al. Long-lasting measles outbreak affecting several unrelated networks of unvaccinated persons [J]. J Infect Dis, 2009, 200 (10) : 1602-1605. DOI: 10.1086/644783.
- [3] Dayan GH, Quinlisk MP, Parker AA, et al. Recent resurgence of mumps in the United States [J]. N Engl J Med, 2008, 358 (15) : 1580-1589. DOI: 10.1056/NEJMoa0706589.
- [4] 马超,郝利新,苏琪茹,等. 中国2011年麻疹流行病学特征与消除麻疹进展 [J]. 中国疫苗和免疫, 2012, 18(3):193-199. DOI: 10.3969/j.issn.1006-916X.2012.03.001. Ma C, Hao LX, Su QR, et al. Measles epidemiology and progress towards measles elimination in China, 2011 [J]. Chin J Vaccin Immuniz, 2012, 18(3):193-199. DOI:10.3969/j.issn.1006-916X.2012.03.001.
- [5] 马超,罗会明,安志杰,等. 中国2006—2007年麻疹流行病学特征及消除麻疹措施分析 [J]. 中国疫苗和免疫, 2008, 14(3): 208-213. DOI:10.3969/j.issn.1006-916X.2008.03.004. Ma C, Luo HM, An ZJ, et al. Analysis on epidemiological characteristics and measures of measles control in China during 2006-2007 [J]. Chin J Vaccin Immuniz, 2008, 14(3) : 208-213. DOI:10.3969/j.issn.1006-916X.2008.03.004.
- [6] 马超,郝利新,马静,等. 中国2010年麻疹流行病学特征与消除麻疹进展 [J]. 中国疫苗和免疫, 2011, 17(3) : 242-248. DOI:

可能与当地育龄期妇女麻疹抗体平均水平及人群、地域特点有关。

广州市自1987年开始将麻疹疫苗纳入免疫规划。1987年以前出生母亲的麻疹抗体水平显著高于1987年及以后出生的母亲,提示计划免疫时代母亲体内麻疹抗体水平偏低。与此相应,前者所生婴儿的血清麻疹抗体水平也显著高于后者的婴儿。比利时、英国、波兰等研究均显示自然感染免疫的母亲及其婴儿的血清麻疹抗体水平高于接种疫苗的母亲及其婴儿^[14,22-23]。推测其原因可能是,接种麻疹疫苗的母亲对麻疹病毒的免疫主要来自疫苗诱导,所激

- 10.3969/j.issn.1006-916X.2011.03.012.
- Ma C, Hao LX, Ma J, et al. Measles epidemiological characteristics and progress of measles elimination in China, 2010 [J]. *Chin J Vaccin Immuniz*, 2011, 17(3):242-248. DOI:10.3969/j.issn.1006-916X.2011.03.012.
- [7] Yang ZC, Xu JX, Wang M, et al. Measles epidemic from 1951 to 2012 and vaccine effectiveness in Guangzhou, southern China [J]. *Hum Vaccin Immunother*, 2014, 10(4):1091-1096. DOI: 10.4161/hv.27895.
- [8] Tubeuf S, Edlin R, Shourie S, et al. Cost effectiveness of a web-based decision aid for parents deciding about MMR vaccination: a three-arm cluster randomised controlled trial in primary care [J]. *Br J Gen Pract*, 2014, 64(625):e493-499. DOI: 10.3399/bjgp14X680977.
- [9] 赵春艳, 王宝兰, 宁召起. 2005—2010年北京市通州区麻疹暴发疫情流行病学特征[J]. *首都公共卫生*, 2011, 5(5):210-212. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7830.2011.05.005.
- Zhao CY, Wang BL, Ning ZQ. Epidemiological characteristics of measles outbreaks in Tongzhou district, Beijing during 2005-2010 [J]. *Cap J Public Health*, 2011, 5(5):210-212. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7830.2011.05.005.
- [10] 宫秀文, 苏金梅, 宋桃仁. 阿拉善盟2008年两起学校麻疹暴发疫情分析[J]. *疾病监测与控制杂志*, 2011, 5(9):548-549.
- Gong XW, Su JM, Song TR. Analysis on measles outbreaks epidemics in two schools in Alashan, 2008 [J]. *Dis Monit Control*, 2011, 5(9):548-549.
- [11] 马瑞, 许国章, 徐宏杰, 等. 小月龄婴儿麻疹母传抗体消长研究[J]. *中国疫苗和免疫*, 2008, 14(3):226-228. DOI: 10.3969/j.issn.1006-916X.2008.03.007.
- Ma R, Xu GZ, Xu HJ, et al. Study on changing of maternal transferred measles antibody level in infants [J]. *Chin J Vaccin Immuniz*, 2008, 14(3):226-228. DOI: 10.3969/j.issn.1006-916X.2008.03.007.
- [12] 还锡萍, 陶红, 陆培善, 等. 母婴配对及不同月龄婴儿麻疹减毒活疫苗免疫后抗体水平分析[J]. *中国计划免疫*, 2007, 13(2):126-129. DOI: 10.3969/j.issn.1006-916X.2007.02.007.
- Huan XP, Tao H, Lu PS, et al. Antibody level analysis and comparison in maternal-infant pairs and vaccinated infants of 6 and 8 months [J]. *Chin J Vaccin Immuniz*, 2007, 13(2):126-129. DOI: 10.3969/j.issn.1006-916X.2007.02.007.
- [13] 张玮, 杨卫路, 狄飏, 等. 婴儿麻疹胎传抗体及初次接种麻疹疫苗免疫效果观察[J]. *中国初级卫生保健*, 2000, 14(12):44-45. DOI: 10.3969/j.issn.1001-568X.2000.12.023.
- Zhang W, Yang WL, Di B, et al. A study on level of antibody against measles through maternal fetal transfer and immune response to measles vaccine [J]. *Chin Prim Health Care*, 2000, 14(12):44-45. DOI: 10.3969/j.issn.1001-568X.2000.12.023.
- [14] Leuridan E, Hens N, Hutse V, et al. Early waning of maternal measles antibodies in era of measles elimination: longitudinal study [J]. *BMJ*, 2010, 340:c1626. DOI: 10.1136/bmj.c1626.
- [15] Hartter HK, Oyedele OI, Dietz K, et al. Placental transfer and decay of maternally acquired antimeasles antibodies in Nigerian children [J]. *Pediatr Infect Dis J*, 2000, 19(7):635-641. DOI: 10.1097/00006454-200007000-00010.
- [16] 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.
- Ling LS, Zhou XQ, Liu JB, et al. The study of maternal infant measles immune body level and reciprocity [J]. *Lab Med Clin*, 2010, 7(4):321-322. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2010.04.018.
- [17] 刘方, 王珊, 王晨, 等. 新生儿母传麻疹抗体水平与相关因素调查[J]. *中国妇幼保健*, 2012, 27(30):4751-4754.
- Liu F, Wang S, Wang C, et al. Investigation on the level of maternal transferred measles antibody in neonates and relative factors [J]. *Matern Child Health Care China*, 2012, 27(30):4751-4754.
- [18] Zhang XW, Shirayama Y, Zhang YJ, et al. Duration of maternally derived antibody against measles: a seroepidemiological study of infants aged under 8 months in Qinghai, China [J]. *Vaccine*, 2012, 30(4):752-757. DOI: 10.1016/j.vaccine.2011.11.078.
- [19] 邓慧玲, 常荣芬, 张素梅, 等. 西安地区8月龄内母婴配对174例麻疹抗体测定结果分析[J]. *陕西医学杂志*, 2005, 34(1):123-125. DOI: 10.3969/j.issn.1000-7377.2005.01.049.
- Deng HL, Chang RF, Zhang SM, et al. Measles antibody level analysis in 174 maternal-newborns within 8 months, Xi'an [J]. *Shaanxi Med J*, 2005, 34(1):123-125. DOI: 10.3969/j.issn.1000-7377.2005.01.049.
- [20] 王联君, 孙丽英, 姜忠林, 等. 小月龄婴儿麻疹发病控制对策探讨[J]. *中华流行病学杂志*, 2001, 22(1):49-50. DOI: 10.3760/j.issn.0254-6450.2001.01.016.
- Wang LJ, Sun LY, Jiang ZL, et al. The study of countermeasures on measles control in infants [J]. *Chin J Epidemiol*, 2001, 22(1):49-50. DOI: 10.3760/j.issn.0254-6450.2001.01.016.
- [21] 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.
- Zhang XH, Zhang XL, Liu B. Analysis of antibody level to measles in mothers and their infants [J]. *Chin J Health Lab Technol*, 2008, 18(6):1143-1144.
- [22] Brugha R, Ramsay M, Forsey T, et al. A study of maternally derived measles antibody in infants born to naturally infected and vaccinated women [J]. *Epidemiol Infect*, 1996, 117(3):519-524. DOI: 10.1017/S0950268800059203.
- [23] Janaszek W, Slusarczyk J. Immunity against measles in populations of women and infants in Poland [J]. *Vaccine*, 2003, 21(21/22):2948-2953. DOI: 10.1016/S0264-410X(03)00113-0.
- [24] Dai B, Chen ZH, Liu QC, et al. Duration of immunity following immunization with live measles vaccine: 15 years of observation in Zhejiang province, China [J]. *Bull World Health Organ*, 1991, 69(4):415-423.
- [25] 魏兴武, 苏黎, 叶永青, 等. 婚前育龄妇女接种麻疹疫苗免疫效果观察[J]. *中国公共卫生*, 2005, 21(8):924-925.
- Wei XW, Su L, Ye YQ, et al. Effects of measles vaccine on unmarried women of child-bearing age [J]. *Chin J Public Health*, 2005, 21(8):924-925.

(收稿日期:2015-10-12)

(本文编辑:张林东)