

# 北京市 2012 年常住人口脊髓灰质炎病毒抗体水平分析

张朱佳子 张合润 李仁清 曾阳 李晓梅 潘静彬 孙昊 王中战 郭舫如  
张一华 王凤双 吴涛 彭兴慧 卢莉 庞星火

**【摘要】** 目的 调查 2012 年北京市常住人口脊髓灰质炎病毒抗体水平。方法 2012 年在北京市采用分层随机抽样方法,调查连续居住 6 个月以上的健康居民 1 676 名。使用调查问卷收集人口学特征、脊髓灰质炎减毒活疫苗(OPV)免疫史等信息,并采集静脉血 5 ml,使用微量中和试验方法检测脊髓灰质炎病毒中和抗体。对不同组别间抗体阳性率和几何平均滴度(geometric mean titer, GMT)进行比较。结果 脊髓灰质炎病毒 I、II、III 型抗体阳性率分别为 98.2% (1 645/1 676)、98.1% (1 644/1 676)、97.6% (1 635/1 676),抗体 GMT 分别为 1:130.2、1:113.4、1:79.7。<15 岁年龄组 I、II、III 型抗体阳性率分别为 99.7% (664/666)、99.8% (665/666)、99.5% (663/666),均高于 ≥15 岁各年龄组[分别为 97.1% (981/1 010)、96.9% (979/1 010)、96.2% (972/1 010)],差异有统计学意义( $P$  值均 <0.01); <15 岁年龄组 I、II、III 型抗体 GMT (1:325.9、1:250.5、1:190.7)均高于 ≥15 岁年龄组(1:71.1、1:67.2、1:44.8),差异有统计学意义( $P$  值均 <0.01)。免疫史信息来自于接种证和接种卡的人群各型抗体阳性率(99.0% ~ 100%)和 GMT 水平(1:128.8 ~ 1:300.7)均较高,当记录中免疫次数达到 3 次时, I、II、III 型抗体阳性率(均为 100%)和 GMT (1:409.7 ~ 1:636.7)均达到较高水平。结论 2012 年北京市健康人群脊髓灰质炎病毒抗体水平处于较高水平;特别是 15 岁以下免疫覆盖人群,建立了稳固的免疫屏障,可有效阻断输入性脊髓灰质炎野病毒及疫苗衍生病毒的传播。

**【关键词】** 脊髓灰质炎病毒; 抗体,中和; 免疫; 阳性率; 几何平均滴度

**Analysis of antibodies of polioviruses in persistent populations in Beijing, 2012** Zhang-Zhu Jiazi\*, Zhang Herun, Li Renqing, Zeng Yang, Li Xiaomei, Pan Jingbin, Sun Hao, Wang Zhongzhan, Guo Fangru, Zhang Yihua, Wang Fengshuang, Wu Tao, Peng Xinghui, Lu Li, Pang Xinghuo. \* Department of Immunization, Beijing Centers for Disease Control and Prevention, Beijing 100013, China  
Corresponding author: Lu Li, Email: lulibj@sina.com

**【Abstract】** **Objective** To analyze the polio immunity level of persistent population in Beijing, 2012. **Methods** A total of 1 676 subjects residing more than 6 months in Beijing were selected by stratified random cluster sampling design in 2012. Demographic characteristics, history of oral poliovirus vaccine (OPV) immunization were investigated by questionnaire. All 5 ml blood sample were collected for testing of polio neutralizing antibody using the method of microcell neutralization. The positive rate and the geometric mean titer (GMT) of polio neutralizing antibody type I, II and III were analyzed in different groups. **Results** The positive rate of type I, II and III were 98.2% (1 645/1 676), 98.1% (1 644/1 676), 97.6% (1 635/1 676); The GMT were 1:130.2, 1:113.4 and 1:79.7. Three types of positive rates in <15 years group (99.7% (664/666), 99.8% (665/666), 99.5% (663/666)) were higher than those of ≥15 years group (97.1% (981/1 010), 96.9% (979/1 010), 96.2% (972/1 010)), the differences were significant (all the values of  $P < 0.01$ ); The GMT in <15 years group (1:325.9, 1:250.5, 1:190.7) were

DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2014.09.004

基金项目:北京市优秀人才培养资助项目(2011D003034000008)

作者单位:100013 北京市疾病预防控制中心免疫预防所(张朱佳子、张合润、李仁清、曾阳、李晓梅、潘静彬、卢莉、庞星火);北京市东城区疾病预防控制中心流病科(孙昊);北京市丰台区疾病预防控制中心预防免疫科(王中战);北京市石景山区疾病预防控制中心流病科(郭舫如);北京市门头沟区疾病预防控制中心计划免疫科(张一华);北京市顺义区疾病预防控制中心免疫规划科(王凤双);北京市房山区疾病预防控制中心计划免疫科(吴涛);北京市密云县疾病预防控制中心计划免疫科(彭兴慧)

通信作者:卢莉, Email: lulibj@sina.com

higher than that of  $\geq 15$  years group (1:71.1, 1:67.2, 1:44.8), the difference was significant (all the values of  $P < 0.01$ ). The positive rate (99.0%–100%) and GMT (1:128.8–1:300.7) in vaccination information confirmed population were higher. The highest positive rate (all were 100%) and GMT (1:409.7–1:636.7) were observed in children who vaccinated three times. **Conclusion** The polio antibody of healthy population was at a high level in Beijing in 2012; Especially the age groups of  $< 15$  years which were covered by vaccines. Immunization barrier had been formed firmly to interrupt the transmission of wild poliovirus and vaccine-derived poliovirus.

**【Key words】** Poliovirus; Antibody, neutralized; Immunity; Positive rate; Geometric mean titers

2011 年,我国新疆维吾尔自治区发生了由巴基斯坦输入的脊髓灰质炎野病毒引起的暴发疫情,疫情波及新疆和田、喀什和巴音郭楞蒙古自治州等大部分南疆地区。北京市自 1997 年以来长期开展和田对口支援工作,两地人员交往频繁。因此,为了将疫情防控关口前移,北京市开展了和田地区来京人员粪便监测,检出 3 例脊髓灰质炎野病毒健康携带者,再次证明北京市脊髓灰质炎野病毒输入风险较高<sup>[1]</sup>。而建立牢固的人群免疫屏障对防范脊髓灰质炎传播具有重要意义,对此北京市于 2012 年开展了健康人群脊髓灰质炎抗体水平监测,现将结果报道如下。

### 对象与方法

1. 对象:于 2012 年在北京市按照地理位置、人口构成选择 1 个城区(原崇文区)、2 个近郊区(丰台、石景山)、4 个远郊区(县)(门头沟区、顺义区、房山区、密云县)共 7 个区(县)。在每个区(县)按照简单随机抽样方法抽取 10 个村(居委会)作为调查点,调查在当地连续居住 6 个月以上的健康人群。按照抗体阳性率为 70%、允许误差为 10%、置信区间(1- $\alpha$ )为 95% 计算,每个区(县)样本量最少为 220 名,全市为 1 540 名。分为 10 个年龄组,即 0、1~4、5~9、10~14、15~19、20~24、25~29、30~34、35~39、 $\geq 40$  岁,每个年龄组调查 154 名,男女比例控制在 0.8~1.2 之间,本市和流动人口控制在 1:1。考虑到标本在采集、运输和保存中的损耗,每个年龄组适量增加了实际调查人数,最终本研究共调查 1 676 名。本研究通过了北京市 CDC 伦理委员会审查,调查对象均签署知情同意书。

2. 调查方法:由统一培训的专业人员采用调查问卷收集调查对象的人口学信息及脊髓灰质炎减毒活疫苗(OPV)免疫史。15 岁以下儿童 OPV 免疫史通过查阅接种证或查询北京市免疫规划信息管理系统(接种卡)确认,记为有明确免疫史记录的儿童,如无接种证和接种卡,则通过监护人回忆获得。采

集调查对象静脉血 5~6 ml,分离血清 0.5 ml/管, -20 °C 保存。

3. 血清学检测:所用标本统一送北京市 CDC 脊髓灰质炎病毒实验室检测。采用 WHO 推荐的微量中和试验方法<sup>[2]</sup>检测脊髓灰质炎病毒中和抗体, I、II、III 型攻击病毒(Sabin 株)和标准参考血清均由 WHO 提供, Hep-2 细胞由中国食品药品检定研究院提供。起始稀释滴度为 1:4, 4 倍稀释至 1:1 024, 中和抗体滴度  $\geq 1:4$  为阳性。

4. 统计学分析:调查资料录入 EpiData 3.1 数据库,使用 SPSS 13.0 对数据进行整理和分析。计算时中和抗体滴度  $< 1:4$  记为 1:2,  $> 1:1 024$  记为 1:2 048。采用  $F$  检验进行不同组别之间抗体几何平均滴度(geometric mean titer, GMT)的比较,采用  $\chi^2$  检验进行不同组别间抗体阳性率的比较,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。采用中国疾病预防控制中心信息系统中 2013 年北京市各年龄组常住人口作为标准人口,计算脊髓灰质炎病毒 I、II、III 型标准化抗体阳性率。

### 结 果

1. 基本情况:在 1 676 名研究对象中,男女比例为 1:1.1 (817/859),本市人口与流动人口比例为 1:1 (840/837)。脊髓灰质炎病毒 I、II、III 型抗体阳性率分别为 98.2% (1 645/1 676)、98.1% (1 644/1 676) 和 97.6% (1 635/1 676),3 个型别抗体均阳性者 1 598 名,占 95.4%;3 个型别抗体均阴性 4 例,占 0.2%。I、II、III 型抗体 GMT 分别为 1:130.2、1:113.4、1:79.7。各型间抗体阳性率差异无统计学意义 ( $\chi^2 = 1.79, P = 0.409$ ), GMT 差异有统计学意义 ( $F = 42.54, P < 0.01$ )。由于研究对象的年龄构成与北京市实际人口年龄构成有差别,将脊髓灰质炎病毒抗体阳性率进行标准化, I、II、III 型抗体标化阳性率分别为 96.1%、96.7% 和 96.7%。

2. 不同特征人群抗体阳性率及 GMT:(1) 不同

地区人群抗体阳性率及 GMT; 城区、近郊和远郊区(县)人群 I、II、III 型脊髓灰质炎病毒抗体阳性率均在 96% 以上, 且差异均无统计学意义。I、II、III 型抗体 GMT 均为远郊区(县)最高, I 型和 II 型抗体 GMT 为近郊区最低, III 型抗体 GMT 为城区最低, 地区间差异均有统计学意义(表 1)。(2) 不同性别人群抗体阳性率及 GMT; 女性 I、II、III 型抗体阳性率和 GMT 均高于男性, 但差异无统计学意义。(3) 不同户籍人群抗体阳性率及 GMT; 本市人口 I、II、III 型抗体阳性率和 GMT 均高于流动人口, 除 I 型抗体阳性率差异有统计学意义外, 其余差异均无统计学意义。(4) 不同年龄组人群抗体阳性率及 GMT; 以 15 岁为界分层分析, < 15 岁人群 I、II、III 型抗体阳性率均高于 ≥ 15 岁人群, 差异有统计学意义。< 15 岁人群 I、II、III 型抗体 GMT 均高于 ≥ 15 岁人群, 差异有统计学意义(表 1); 其中 0 岁人群最高(I、II、III 型抗体 GMT 分别为 1: 844.1、

1: 744.0、1: 744.1), 随年龄增长呈下降趋势, ≥ 40 岁人群最低(I、II、III 型抗体 GMT 分别为 1: 54.2、1: 56.0、1: 42.8)。

3. 不同免疫史人群抗体水平比较: 免疫史信息来自于接种证和北京市免疫规划信息管理系统的人群(709 名)各型抗体阳性率(99.1% ~ 100%)和 GMT 水平(1: 128.8 ~ 1: 300.7)均较高, 而信息是通过本人或监护人回忆获得的人群(967 名)各型阳性率(96.3% ~ 97.4%)和 GMT 水平(1: 45.4 ~ 1: 72.2)则较低(表 1)。本次调查 15 岁以下儿童 667 名, 其中 625 名(93.7%)的 OPV 接种信息来源于接种证或北京市免疫规划信息管理系统记录, 42 名(6.3%)是通过监护人回忆获得。对有明确免疫史记录的 625 名儿童进一步分析, 所有儿童均有 OPV 免疫史, 且经过 3 次以上免疫后阳性率均达到 99% 以上。I、II、III 型抗体 GMT 在 3 次免疫后达到较高水平, 但随着免疫次数的增加下降。见表 2。

表 1 2012 年北京市不同特征人群脊髓灰质炎病毒抗体水平比较

特征	人数(名)	阳性率(%) <sup>a</sup>			GMT		
		I 型	II 型	III 型	I 型	II 型	III 型
地区							
城区	220	96.8(213)	97.8(215)	96.4(212)	124.4	112.1	62.8
近郊	464	97.6(453)	97.2(451)	96.6(448)	114.1	87.9	72.6
远郊区(县)	992	98.7(979)	98.6(978)	98.3(975)	140.0	128.1	87.7
统计值		$\chi^2 = 4.43$	$\chi^2 = 3.44$	$\chi^2 = 5.49$	$F = 7.84$	$F = 18.49$	$F = 8.27$
P 值		0.109	0.179	0.064	< 0.01	< 0.01	< 0.01
性别							
男	817	97.6(797)	97.9(800)	96.8(791)	126.0	113.3	78.5
女	859	98.7(848)	98.3(844)	98.6(844)	134.5	113.5	80.7
统计值		$\chi^2 = 3.14$	$\chi^2 = 0.25$	$\chi^2 = 3.62$	$F = 0.81$	$F = 0.03$	$F = 0.36$
P 值		0.076	0.617	0.057	0.420	0.979	0.723
户籍							
本市	840	99.3(834)	98.7(829)	98.1(824)	136.7	119.9	84.7
流动	836	97.0(811)	97.5(815)	97.0(811)	124.0	107.2	74.9
统计值		$\chi^2 = 11.96$	$\chi^2 = 3.24$	$\chi^2 = 2.07$	$F = 1.45$	$F = 2.33$	$F = 2.42$
P 值		0.001	0.072	0.150	0.229	0.127	0.120
免疫史信息来源							
接种证	603	99.0(592)	99.5(600)	99.2(598)	300.7	225.1	180.3
接种卡	106	100.0(106)	100.0(106)	100.0(106)	241.4	226.1	128.8
回忆	967	97.4(942)	97.0(938)	96.3(931)	72.2	68.6	45.4
统计值		$\chi^2 = 7.31$	$\chi^2 = 14.61$	$\chi^2 = 15.87$	$F = 175.49$	$F = 150.63$	$F = 170.28$
P 值		0.026	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
年龄(岁)							
< 15	666	99.7(664)	99.8(665)	99.5(663)	325.9	250.5	190.7
≥ 15	1 010	97.1(981)	96.9(979)	96.2(972)	71.1	67.2	44.8
统计值		$\chi^2 = 14.61$	$\chi^2 = 18.26$	$\chi^2 = 18.45$	$F = 423.60$	$F = 374.96$	$F = 404.15$
P 值		< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
合计	1 676	98.2(1 645)	98.1(1 644)	97.6(1 635)	130.2	113.4	79.7

注: <sup>a</sup> 括号内为抗体阳性人数(名); GMT: 几何平均滴度

表 2 2012 年北京市 15 岁以下有明确免疫史记录儿童不同免疫次数脊髓灰质炎病毒抗体水平比较

免疫次数	人数 (名)	年龄 (M)	最近 1 次免疫 与采血时间间隔 <sup>a</sup> (M)	阳性率(%) <sup>b</sup>			GMT		
				I 型	II 型	III 型	I 型	II 型	III 型
1~2	22	4 个月	19 d	95.5(21)	100.0(22)	100.0(22)	545.3	931.6	562.8
3	283	11 个月	0.6 年	100.0(283)	100.0(283)	100.0(283)	636.7	431.3	409.7
4	215	8 岁	2.7 年	99.5(214)	99.5(214)	99.1(213)	211.0	153.8	107.2
≥5	105	11 岁	7.0 年	100.0(105)	100.0(105)	100.0(105)	182.8	153.0	93.2
合计	625	4 岁	1.8	99.7(623)	99.8(624)	99.7(623)	351.2	261.2	203.7
统计值		$F=674.86$	$F=177.72$	$\chi^2=13.70$	$\chi^2=1.91$	$\chi^2=3.83$	$F=44.16$	$F=50.21$	$F=62.00$
P 值		<0.01	<0.01	0.003	0.591	0.281	<0.01	<0.01	<0.01

注:<sup>a</sup>最近 1 次免疫与采血时间间隔指最近 1 次 OPV 接种时间距采集血标本当日间隔时间(年),最近 1 次免疫不包括采血当日接种剂次;<sup>b</sup>括号内为抗体阳性例数;免疫次数指采集血标本前口服脊髓灰质炎减毒疫苗接种剂次,不包括采血当日接种剂次;GMT:几何平均滴度

## 讨 论

健康人群脊髓灰质炎病毒抗体水平直接影响脊髓灰质炎病毒的传播,本研究结果显示,北京市健康人群脊髓灰质炎病毒 I、II、III 型抗体阳性率均达 97% 以上,抗体 GMT 在 1:79~1:130 之间,3 个型别抗体全阳性者达 95.4%,均高于广东<sup>[3]</sup>、广西<sup>[4]</sup>等地报道结果,亦高于北京市既往监测的结果<sup>[5-6]</sup>。较高的人群抗体水平表明北京市已建立了稳固的人群免疫屏障,可有效阻断脊髓灰质炎野病毒及疫苗衍生病毒的传播。在 2011 年发现了 3 例新疆来北京健康带毒者后,北京没有出现病毒传播,也无脊髓灰质炎病例报告,牢固的免疫屏障有效阻断了新疆脊髓灰质炎野病毒在京传播。

15 岁以下免疫覆盖人群(脊髓灰质炎病毒易感人群)抗体水平高于 ≥15 岁人群,也高于江苏<sup>[7]</sup>、河北<sup>[8]</sup>等地的调查结果,与尼日利亚北部一项研究结果接近<sup>[9]</sup>。且有 OPV 免疫史者抗体阳性率及 GMT 高于无免疫史者,而免疫次数达到 3 次(即完成基础免疫后)抗体水平达到最高,说明北京市常规免疫工作质量高,冷链系统运转正常,疫苗免疫效果好,免疫覆盖人群免疫屏障更为牢固。

I、II、III 型抗体 GMT 水平均随年龄增长呈现下降趋势,在基础免疫完成后 GMT 水平最高,而后逐年下降,至 40 岁以上人群维持在 1:40 以上,这一结果与 2004 年全国儿童脊髓灰质炎抗体水平调查结果相似<sup>[10]</sup>。国内关于 OPV 抗体持久性的研究较少,发达国家有研究表明,口服 OPV 后,抗体水平会随着时间的推移而下降,甚至降至检测阈值以下,但对麻痹型脊髓灰质炎的免疫可持续终生<sup>[11]</sup>。

随着免疫次数的增加,抗体水平不持续增加。相反,由于免疫次数较多的儿童年龄较大,与最近 1 次接种脊髓灰质炎疫苗间隔的时间较长,抗体

水平出现下降,证明抗体水平的高低与最近 1 次免疫时间有关,与接种剂次无关,多次接种 OPV 并不能持续提高抗体水平,这与在安徽省绩溪县的研究结果一致<sup>[12]</sup>。因此,在常规免疫工作扎实、冷链系统运转良好、没有大规模疫情爆发的地区,不需要通过反复接种疫苗提高人群抗体水平,而是建议采取查漏补种的方式消除免疫空白人群。

## 参 考 文 献

- [1] 龚成,张铁钢,罗明,等.北京市发现输入性脊髓灰质炎野病毒健康携带者[J].中华预防医学杂志,2012,46(8):764-765.
- [2] World Health Organization. Polio laboratory manual [EB/OL]. [2013-10-01]. [http://whqlibdoc.who.int/hq/2004/WHO\\_IVB\\_04.10.pdf?ua=1](http://whqlibdoc.who.int/hq/2004/WHO_IVB_04.10.pdf?ua=1).
- [3] 杨仁聪,黄林,钟革,等.广西壮族自治区边境及省界地区健康人群脊髓灰质炎抗体水平分析[J].中国疫苗和免疫,2009,15(3):242-244.
- [4] 郭雪,刘冷,邓雯,等.广东省 2010 年健康人群脊髓灰质炎中和抗体水平分析[J].中国疫苗和免疫,2013,19(1):27-30.
- [5] 曾阳.北京市外来儿童脊髓灰质炎免疫屏障评价[J].中国计划免疫,2004,10(2):70-72.
- [6] 李晓梅,张合润,王玉梅,等.北京市 2007 年健康人群脊髓灰质炎抗体水平分析[J].中国疫苗和免疫,2009,15(3):245-248.
- [7] 吴响,冷红英,叶珣,等.江苏省 2011 年健康人群脊髓灰质炎抗体水平监测分析[J].中国初级卫生保健,2012,26(5):76-77.
- [8] 张俊棉,李静,崔志强,等.河北省 2010 年健康人群的脊髓灰质炎抗体水平分析[J].现代预防医学,2013,40(1):175-176,183.
- [9] Giwa FJ, Olayinka AT, Ogunshola FT. Seroprevalence of poliovirus antibodies amongst children in Zaria, Northern Nigeria [J]. Vaccine, 2012, 30(48):6759-6765.
- [10] 王华庆,陈丽娟,郭欣,等.2004 年全国计划免疫审评不同免疫覆盖率县的儿童脊髓灰质炎中和抗体水平调查[J].中国计划免疫,2006,12(6):454-458.
- [11] Polio vaccines and polio immunization in the pre-eradication era: WHO position paper [J]. Wkly Epidemiol Rec, 2010, 85(23):213-228.
- [12] 程扶雪,胡宏俊,张莲子.绩溪县脊髓灰质炎高危人群抗体水平的检测分析[J].安徽预防医学杂志,1997,3(2):61-63.

(收稿日期:2013-10-09)

(本文编辑:吕相征)