

2017 年北京市昌平区健康人群百日咳、白喉、破伤风抗体水平监测

王涛,王海红,易文娟,范肖肖,许颖,杨俊英

北京市昌平区疾病预防控制中心,北京 102200

摘要: **目的** 了解北京市昌平区健康人群百日咳、白喉、破伤风抗体水平,为制定免疫策略提供依据。 **方法** 2017 年采取多层抽样方法对 360 名健康人群采集血标本,采用酶联免疫吸附试验(ELISA)对血清进行百日咳、白喉、破伤风 IgG 抗体检测,分析不同年龄组、性别、户籍等之间抗体水平情况。 **结果** 昌平区健康人群百日咳、白喉、破伤风抗体阳性率分别为 5.00%、59.44%、68.33%,抗体几何平均滴度(geometric mean concentration, GMC)分别为 9.18、0.55、0.86 IU/ml。不同年龄组白喉、破伤风抗体水平差异有统计学意义($P<0.001$)。不同性别、户籍和免疫剂次人群间百日咳、白喉、破伤风抗体水平差异均无统计学意义($P>0.05$)。接种末剂 DTaP 和/或 DT 和/或 DTaP-IPV/Hib ≤ 1 年、2~5 年、6~14 年后的百日咳、白喉、破伤风抗体水平差异均有统计学意义($P<0.001$)。 **结论** 昌平区 15 岁以上人群白喉、破伤风抗体阳性率较低,随着免疫后时间延长,百日咳、白喉、破伤风抗体水平均明显降低。应加强小月龄婴儿、青少年及成人百日咳、白喉、破伤风的监测,推荐 15 岁以上人群、与 1 岁以下儿童有密切接触的成人及医务人员接种 1 剂 Tdap 疫苗。

关键词: 百日咳;白喉;破伤风;抗体水平

中图分类号:R511.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-3110(2019)05-0593-04 **DOI:**10.3969/j.issn.1006-3110.2019.05.023

人群免疫水平监测是免疫规划工作的重要内容,监测结果可评价疫苗接种效果,也为制定免疫策略提供科学依据^[1]。为了掌握人群抗体水平,及时发现免疫薄弱人群和疾病传播流行隐患,昌平区于 2017 年开展了健康人群百日咳、白喉、破伤风抗体水平监测工作。

1 对象与方法

作者简介:王涛(1981-),男,学士,主管医师,主要从事免疫规划及疫苗相关传染病防控工作。

1.1 调查对象 通过单纯随机抽样方法在昌平区抽取 10 个村居委会作为监测点,在每个监测点采取便利抽样方法选取调查对象。调查对象分为 10 个年龄组:0 岁、1~岁、5~岁、10~岁、15~岁、20~岁、25~岁、30~岁、35~岁、40~岁组。样本量计算公式为 $n = [U_{\alpha}^2 \times \pi \times (1-\pi)] / \sigma^2$,按照抗体阳性率为 90%,允许误差为 10%,I 型错误概率水准 5%,每个年龄组需调查 36 人,全区共调查 360 人。每个年龄组本市人口和流动人口以及男女抽样比例控制在 0.9~1.1 之间。

参考文献

- [1] Liu L, Johnson H L, Cousens S, et al. Global, regional, and national causes of child mortality: an updated systematic analysis for 2010 with time trends since 2000[J]. Lancet, 2012, 379(9832):2151-2161.
- [2] 沈晓明,王卫平. 儿科学[M]. 第 7 版. 北京:人民卫生出版,2008:246.
- [3] 胡亚美,江载芳. 诸福棠实用儿科学[M]. 第 7 版.北京:人民卫生出版社,2002:1286.
- [4] 沈晓明,桂永浩. 临床儿科学[M].北京:人民卫生出版社,2005:52.
- [5] Kiviranta T, Tuomisto L, Airaksinen EM, et al. Smolality and electrolytes in spinal fluid and serum of febrile children with and without seizures[J]. Eur J Pediatr, 2006, 155(2):120-125.
- [6] 张雨,曾慧慧,胡必杰. 新生儿脓毒血症诊疗最新研究进展[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(24):5745-5750.
- [7] Castellazzi L, Principi N, Agostoni C, et al. Benign convulsions in children with mild gastroenteritis[J]. Eur J Paediatr Neuro, 2016, 20(5):690-695.
- [8] Hung JJ, Wen HY, Yen MH, et al. Rotavirus gastroenteritis associated with afebrile convulsion in children:clinical analysis of 40 cases[J]. Chang Gung Med J, 2003, 26(9):654-659.
- [9] Payne DC, Vinjé J, Szilagyi PG, et al. Norovirus and medically attended gastroenteritis in U. S. children[J]. New Engl J Med, 2013, 368(12):1121-1130.
- [10] Kim GH, Byeon JH, Lee DY, et al. Norovirus in benign convulsions with mild gastroenteritis[J]. Ital J Pediatr, 2016, 42(1):94.
- [11] Fasheh YW, Pino RR, Campistol PJ, et al. Benign afebrile convulsions in the course of mild acute gastroenteritis: a study of 28 patients and a literature review[J]. Pediatr Emerg Care, 2011, 27(11):1062-1064.

收稿日期:2018-06-02

1.2 标本采集及调查 每名调查对象采集静脉血 5 ml,分离血清(>1 ml)后于-20 ℃冷冻保存送检。填写《2017 年昌平区疫苗针对疾病抗体水平监测调查登记表》并录入数据库,内容包括基本人口学资料、无细胞百白破疫苗(DTaP)和/或儿童白喉破伤风联合疫苗(DT)和/或无细胞百白破-灭活脊髓灰质炎(脊灰)-b 型流感嗜血杆菌联合疫苗(DTaP-IPV/Hib)和/或青少年及成人用无细胞百白破疫苗(Tdap)免疫史以及患病史等。

1.3 检测方法 由北京市疾病预防控制中心网络实验室对血清学标本进行检测,使用欧蒙检测试剂盒,采用酶联免疫吸附试验(enzyme linked immunosorbent assay,ELISA)对血清中百日咳、白喉、破伤风 IgG 抗体进行检测。

1.4 结果判定 百日咳 IgG 抗体浓度<30 IU/ml 为阴性,≥30 IU/ml 为阳性;白喉 IgG 抗体浓度<0.1 IU/ml 为阴性,≥0.1 IU/ml 为阳性;破伤风 IgG 抗体浓度<0.1 IU/ml 为阴性,≥0.1 IU/ml 为阳性。

1.5 统计方法 采用 Epi Data 3.1 软件建立数据库并进行资料录入,采用 SPSS 22.0 对数据进行整理和统

计学分析,抗体阳性率的差异性分析采用卡方检验,抗体几何平均浓度的差异性分析采用秩和检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 抗体水平总体情况 本次共调查 360 人,其中男性 171 人,女性 189 人;本市 182 人,流动 178 人。百日咳抗体阳性 18 人,抗体阳性率为 5.00%,抗体几何平均浓度(GMC)为 9.18 IU/ml。白喉抗体阳性 214 人,抗体阳性率为 59.44%,GMC 为 0.55 IU/ml。破伤风抗体阳性 246 人,抗体阳性率为 68.33%,GMC 为 0.86 IU/ml。

2.2 不同年龄组抗体水平 不同年龄组之间百日咳抗体阳性率($\chi^2=13.247,P=0.152$)和 GMC 差异均无统计学意义($F=1.439,P=0.170$)。不同年龄组之间白喉、破伤风抗体阳性率($\chi^2_{\text{白喉}}=88.537,P<0.001$; $\chi^2_{\text{破伤风}}=91.707,P<0.001$)和 GMC 差异均有统计学意义($F_{\text{白喉}}=11.014,P<0.001$; $F_{\text{破伤风}}=23.004,P<0.001$)。见表 1。

表 1 2017 年昌平区健康人群不同年龄组百日咳、白喉、破伤风抗体水平

年龄组 (岁)	调查 人数	百日咳			白喉			破伤风		
		阳性数	阳性率(%)	GMC(IU/ml)	阳性数	阳性率(%)	GMC(IU/ml)	阳性数	阳性率(%)	GMC(IU/ml)
0	36	0	0.00	9.14	33	91.67	1.03	36	100.00	2.41
1~	36	1	2.78	9.42	30	83.33	0.85	34	94.44	1.94
5~	36	1	2.78	4.65	32	88.89	1.03	34	94.44	1.05
10~	36	1	2.78	5.06	28	77.78	0.72	33	91.67	1.12
15~	36	1	2.78	8.11	19	52.78	0.47	22	61.11	0.36
20~	36	2	5.56	9.05	12	33.33	0.16	20	55.56	0.32
25~	36	2	5.56	9.93	6	16.67	0.12	20	55.56	0.33
30~	36	6	16.67	14.27	13	36.11	0.32	10	27.78	0.29
35~	36	1	2.78	11.53	20	55.56	0.45	19	52.78	0.52
40~	36	3	8.33	10.61	21	58.33	0.38	18	50.00	0.22
合计	360	18	5.00	9.18	214	59.44	0.55	246	68.33	0.86

2.3 不同性别抗体水平情况 男性百日咳抗体阳性率为 8.19%,GMC 为 11.31 IU/ml;女性百日咳抗体阳性率为 2.12%,GMC 为 8.26 IU/ml。男性白喉抗体阳性率为 64.33%,GMC 为 0.61 IU/ml;女性白喉抗体阳性率为 55.03%,GMC 为 0.50 IU/ml。男性破伤风抗体阳性率为 69.01%,GMC 为 0.88 IU/ml;女性破伤风抗

体阳性率为 67.72%,GMC 为 0.84 IU/ml。不同性别之间百日咳抗体阳性率差异有统计学意义($\chi^2_{\text{百日咳}}=6.965,P=0.008$; $F_{\text{百日咳}}=1.640,P=0.201$),白喉、破伤风抗体阳性率和 GMC 差异均无统计学意义($\chi^2_{\text{白喉}}=3.221,P=0.073$, $F_{\text{白喉}}=2.697,P=0.101$; $\chi^2_{\text{破伤风}}=0.068,P=0.794$, $F_{\text{破伤风}}=0.113,P=0.737$)。见表 2。

表 2 2017 年昌平区健康人群不同性别百日咳、白喉、破伤风抗体水平

年龄组 (岁)	调查人数		男性									女性								
			百日咳			白喉			破伤风			百日咳			白喉			破伤风		
	男	女	阳性数	阳性率(%)	GMC(IU/ml)	阳性数	阳性率(%)	GMC(IU/ml)	阳性数	阳性率(%)	GMC(IU/ml)	阳性数	阳性率(%)	GMC(IU/ml)	阳性数	阳性率(%)	GMC(IU/ml)	阳性数	阳性率(%)	GMC(IU/ml)
0	17	19	0	0.00	10.99	17	100.00	1.13	17	100.00	2.91	0	0.00	7.49	16	84.21	0.94	19	100.00	1.96
1~	17	19	0	0.00	5.63	14	82.35	0.98	16	94.12	1.60	1	5.26	12.81	16	84.21	0.73	18	94.74	2.25
5~	18	18	1	5.56	11.26	17	94.44	1.16	16	88.89	0.85	0	0.00	3.16	15	83.33	0.90	18	100.00	1.26
10~	18	18	1	5.56	10.07	13	72.22	0.65	16	88.89	1.32	0	0.00	5.53	15	83.33	0.79	17	94.44	0.92

续表 2

年龄组 (岁)	调查人数		男性									女性								
			百日咳			白喉			破伤风			百日咳			白喉			破伤风		
	男	女	阳性数	阳性率 (%)	GMC (IU/ml)	阳性数	阳性率 (%)	GMC (IU/ml)	阳性数	阳性率 (%)	GMC (IU/ml)	阳性数	阳性率 (%)	GMC (IU/ml)	阳性数	阳性率 (%)	GMC (IU/ml)	阳性数	阳性率 (%)	GMC (IU/ml)
15~	17	19	1	5.88	9.94	13	76.47	0.61	12	70.59	0.42	0	0.00	6.47	6	31.58	0.34	10	52.63	0.31
20~	14	22	1	7.14	11.05	4	28.57	0.12	9	64.29	0.30	1	4.55	7.77	8	36.36	0.19	11	50.00	0.34
25~	19	17	2	10.53	11.49	3	15.79	0.10	9	47.37	0.36	0	0.00	8.19	3	17.65	0.15	11	64.71	0.30
30~	18	18	5	27.78	17.93	9	50.00	0.53	5	27.78	0.43	1	5.56	10.60	4	22.22	0.11	5	27.78	0.15
35~	15	21	0	0.00	8.93	9	60.00	0.29	8	53.33	0.26	1	4.76	13.38	11	52.38	0.57	11	52.38	0.71
40~	18	18	3	16.67	14.89	11	61.11	0.49	10	55.56	0.26	0	0.00	6.33	10	55.56	0.27	8	44.44	0.17
合计	171	189	14	8.19	11.31	110	64.33	0.61	118	69.01	0.88	4	2.12	8.26	104	55.03	0.50	128	67.72	0.84

2.4 不同户籍抗体水平情况 本市人口百日咳抗体阳性率为 5.49%,GMC 为 11.17 IU/ml;流动人口百日咳抗体阳性率为 4.49%($\chi^2=0.189,P=0.663$),GMC 为 8.21 IU/ml($F=1.598,P=0.207$)。本市人口白喉抗体阳性率为 65.38%,GMC 为 0.60 IU/ml;流动人口白喉抗体阳性率为 53.37%($\chi^2=5.388,P=0.020$),GMC 为 0.50 IU/ml($F=1.950,P=0.163$)。本市人口破伤风抗体阳性率为 71.43%,GMC 为 0.97 IU/ml;流动人口破伤风抗体阳性率为 65.17%($\chi^2=1.630,P=0.202$),GMC 为 0.74 IU/ml($F=3.117,P=0.078$)。见表 3。

表 3 2017 年昌平区健康人群不同户籍百日咳、白喉、破伤风抗体水平

年龄组 (岁)	调查人数		本市									流动								
			百日咳			白喉			破伤风			百日咳			白喉			破伤风		
	本市	流动	阳性数	阳性率 (%)	GMC (IU/ml)	阳性数	阳性率 (%)	GMC (IU/ml)	阳性数	阳性率 (%)	GMC (IU/ml)	阳性数	阳性率 (%)	GMC (IU/ml)	阳性数	阳性率 (%)	GMC (IU/ml)	阳性数	阳性率 (%)	GMC (IU/ml)
0	20	16	0	0.00	10.38	18	90.00	1.06	20	100.00	2.73	0	0.00	7.60	15	93.75	1.00	16	100.00	2.01
1~	19	17	0	0.00	9.20	17	89.47	0.93	19	100.00	2.08	1	5.88	9.67	13	76.47	0.75	15	88.24	1.79
5~	18	18	1	5.56	10.22	18	100.00	1.13	17	94.44	1.27	0	0.00	4.20	14	77.78	0.93	17	94.44	0.83
10~	18	18	1	5.56	11.56	16	88.89	0.63	17	94.44	1.13	0	0.00	4.05	12	66.67	0.81	16	88.89	1.12
15~	18	18	1	5.56	10.18	10	55.56	0.53	12	66.67	0.40	0	0.00	6.03	9	50.00	0.40	10	55.56	0.33
20~	18	18	2	11.11	11.57	9	50.00	0.26	11	61.11	0.41	0	0.00	6.53	3	16.67	0.06	9	50.00	0.24
25~	18	18	0	0.00	6.53	3	16.67	0.15	11	61.11	0.34	2	11.11	13.34	3	16.67	0.09	9	50.00	0.32
30~	18	18	2	11.11	11.73	8	44.44	0.20	7	38.89	0.36	4	22.22	16.80	5	27.78	0.44	3	16.67	0.21
35~	17	19	1	5.88	16.49	11	64.71	0.68	9	52.94	0.48	0	0.00	7.09	9	47.37	0.25	10	52.63	0.56
40~	18	18	2	11.11	14.31	9	50.00	0.38	7	38.89	0.20	1	5.56	6.91	12	66.67	0.38	11	61.11	0.23
合计	182	178	10	5.49	11.17	119	65.38	0.60	130	71.43	0.97	8	4.49	8.21	95	53.37	0.50	116	65.17	0.74

2.5 免疫接种与百日咳、白喉、破伤风抗体水平的关系 ($\chi^2_{\text{百日咳}}=2.339,P=0.311,F_{\text{百日咳}}=1.225,P=0.297$;
2.5.1 接种剂次 因 14 岁以上人群接种证多已丢失,免疫史大多为不详,故仅对≤14 岁人群进行统计分析。本次共调查≤14 岁 144 人,不同接种剂次人群百日咳、白喉抗体阳性率和 GMC 差异均无统计学意义 ($\chi^2_{\text{白喉}}=3.461,P=0.326,F_{\text{白喉}}=0.732,P=0.534$)。不同接种剂次人群破伤风抗体阳性率差异无统计学意义 ($\chi^2=4.722,P=0.193$),而 GMC 差异有统计学意义 ($F=3.470,P=0.018$)。见表 4。

表 4 2017 年昌平区健康人群不同接种剂次与百日咳、白喉、破伤风抗体水平

接种剂次	调查人数	百日咳			白喉			破伤风		
		阳性数	阳性率(%)	GMC(IU/ml)	阳性数	阳性率(%)	GMC(IU/ml)	阳性数	阳性率(%)	GMC(IU/ml)
1	2	0	0.00	2.74	1	50.00	0.22	1	50.00	0.62
3	44	0	0.00	8.54	35	93.18	0.88	41	93.18	2.10
4	46	3	3.06	8.44	41	97.83	0.93	45	97.83	1.68
5	52	-	-	-	46	96.15	0.93	50	96.15	1.24

2.5.2 免疫持久性 接种末剂 DTaP 和/或 DT 和/或 DTaP-IPV/Hib≤1 年、2~5 年、6~14 年后,百日咳抗体阳性率差异无统计学意义 ($\chi^2=2.185,P=0.335$),而 GMC 差异有统计学意义 ($F=6.124,P=0.003$)。白喉抗体阳性率和 GMC 差异均有统计学意义 ($\chi^2=8.263,P=0.016;F=3.329,P=0.039$)。破伤风抗体阳性率差异无统计学意义 ($\chi^2=5.019,P=0.081$),而 GMC 差异有统计学意义 ($F=11.490,P<0.001$)。见表 5。

表 5 2017 年昌平区健康人群免疫后时间与百日咳、白喉、破伤风抗体水平

免疫后时间 (年)	调查人数	百日咳			白喉			破伤风		
		阳性数	阳性率(%)	GMC(IU/ml)	阳性数	阳性率(%)	GMC(IU/ml)	阳性数	阳性率(%)	GMC(IU/ml)
≤1	69	1	1.72	10.72	60	86.96	1.04	66	94.12	95.65
2~5	57	0	0.00	5.94	52	91.23	0.84	56	98.67	98.25
6~14	18	2	3.92	4.79	11	61.11	0.61	15	83.33	83.33

3 讨 论

1978 年,卫生部发出了《关于加强计划免疫工作的通知》,由此拉开了中国免疫规划事业的序幕,通过大规模开展预防接种,疫苗可预防的传染病在我国已得到有效控制。1980–2017 年,昌平区已连续 38 年没有报告白喉、破伤风病例,百日咳发病也已降低到历史最低水平。本次调查结果显示,各年龄组百日咳、白喉和破伤风抗体水平差异有统计学意义,与大理市、浙江省研究结果一致^[2–3]。随着年龄增长,抗体水平逐渐下降,可能是由于抗体衰减所致,同时连续多年无白喉、破伤风病例,高接种率人群百日咳发病较少,人群缺乏因隐性感染而加强免疫的机会^[4]。不同性别、户籍人群百日咳、白喉和破伤风抗体水平差异无统计学意义,与李廷学等^[5]的报道一致。

本次调查结果显示,百日咳抗体阳性率为 5.00%,各年龄段人群抗体阳性率均较低,其中 0 岁组阳性率最低(0.00%),这与河南省^[6]结果一致,而昌平区 DTaP 接种率较高,一直维持在 95% 以上,说明接种疫苗后抗体阳转率不高,且持久性不长^[7–8]。百日咳发病与免疫水平密切相关,近年来昌平区百日咳病例发病总数虽然不高,但发病率大幅上升,由于全国未全面开展百日咳主动监测工作,同时多数百日咳病例临床表现轻微,加之无症状感染在较大儿童和成人中非常普遍^[9],所以大部分不典型病例可能未被发现。有数据显示,近 1/3 的百日咳病例为 11~18 岁的青少年^[10],此外青少年和成人已被证实为百日咳杆菌的贮存宿主和幼儿感染百日咳的传染源^[11–13]。0 岁、1~岁、5~岁组人群白喉和破伤风抗体阳性率较高,提示 DTaP 中白喉、破伤风免疫效果良好,这与徐鹭等^[14]报道结果一致;15 岁以上人群白喉、破伤风抗体阳性率均低于 65%,呈现下降趋势,这与国内很多健康人群监测结果相似^[8,15]。

本次调查结果显示,随着免疫后时间延长,百日咳、白喉、破伤风抗体水平均明显降低。有证据表明免疫人群百日咳发病率上升与距最后一剂含百日咳成分疫苗接种时间间隔直接相关^[16],但接种过疫苗的百日咳患儿临床表现较轻、并发症极少^[17]。国内、外百日咳专家主张在儿童期后仍要进行免疫接种^[18]。因此建议

应加强小月龄婴儿、青少年及成人百日咳、白喉、破伤风的监测,开展孕期接种成人型百白破疫苗的安全性、婴儿抗体水平及婴儿免疫应答情况的研究,推荐 15 岁以上人群、与 1 岁以下儿童有密切接触的成人及医务人员接种 1 剂青少年及成人用 Tdap 疫苗。

参考文献

[1] 王陇德. 预防接种实践与管理[M]. 北京:人民卫生出版社,2006: 148–155.

[2] 段飞云. 大理地区 2014 年健康人群麻疹、白喉、甲型肝炎抗体水平及乙型肝炎表面抗体监测结果分析[J]. 中国卫生检验,2017,27(1):120–122.

[3] 徐宝祥,王复,朱水荣,等. 浙江省 2005–2007 年健康人群白喉抗体水平监测分析[J]. 中国计划免疫,2008,14(1):48–49.

[4] 杨志伟,张兴录,于况进,等. 我国白喉流行病学特点分析[J]. 中国计划免疫,2000,6(1):1–4.

[5] 李廷学,马运葵,余庆福,等. 百白破联合疫苗常规免疫后白喉抗体水平监测分析[J]. 疾病监测,2007,22(5):320–321.

[6] 刘倩,丰达星,赵升,等. 河南省健康人群百日咳、白喉、破伤风抗体水平分析[J]. 当代医学,2013,11(1):160–161.

[7] 刘刚,卢紫燕,林应和,等. 深圳市 2010–2013 年百日咳流行病学特征及抗体水平分析[J]. 微生物学免疫学进展,2015,43(4):40–43.

[8] 鞠长燕,段永翔,陈辉. 深圳市南山区 1~15 岁健康人群百日咳和白喉抗体水平调查[J]. 中国热带医学,2014,14(12):1446–1448.

[9] Long SS, Welton CJ, Clark JL. Wildspread silent transmission of pertussis in families: antibody correlates of infection and symptomatology[J]. J Infect Dis, 1990, 161(3):480–486.

[10] Broder KR, Cortese MM, Iskander JK, et al. Preventing tetanus, diphtheria, and pertussis among adolescents: use of tetanus toxoid, reduced diphtheria toxoid and acellular pertussis vaccines recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP)[J]. MMWR Recomm Rep, 2006, 55(3):1–34.

[11] Nelson JD. The changing epidemiology of pertussis in young infants. The role of adults as reservoirs of infection[J]. Am J Dis Child, 1978, 132(4):371–373.

[12] De Serres G, Shadmani R, Dival B, et al. Morbidity of pertussis in adolescents and adults[J]. J Infect Dis, 2000, 182(1):174–179.

[13] Bisgard KM, Pascual FB, Ehresmann KR, et al. Infant pertussis: who was the source? [J]. Pediatr Infect Dis J, 2004, 23(11):985–989.

[14] 徐鹭,丁筱竹,路坚. 江苏省南京市 30 岁以下健康人群百日咳白喉破伤风血清学抗体水平监测[J]. 疾病监测,2010,25(12):958–961.

[15] Zhang Q, Han F, Nie Q, et al. Seroprevalence of antibodies to pertussis and diphtheria among healthy adults in China[J]. J Infection, 2011, 63(6):441–446.

[16] Lambert HJ. Epidemiology of a small pertussis outbreak in Kent county, Michigan[J]. Public Health Reports, 1965, 80(4):365–369.

[17] Grob PR, Crowder MJ, Robbins JF. Effect of vaccination on severity and dissemination of whooping cough[J]. Br Med J (Clin Res Ed), 1981, 282(6280):1925–1928.

[18] Campins–Marti M, Cheng HK, Forsyth K, et al. Recommendations are needed for adolescent and adult pertussis immunisation: rationale and strategies for consideration[J]. Vaccine, 2001, 20(5–6):641–646.