

· 论 著 ·

2016—2023年浙江省18岁及以下人群百日咳流行特征分析

王琳茜¹, 朱瑶², 吴蓓蓓², 何寒青²

1. 杭州医学院公共卫生学院, 浙江 杭州 310053; 2. 浙江省疾病预防控制中心, 浙江 杭州 310051

摘要: **目的** 分析2016—2023年浙江省0~18岁人群百日咳流行特征, 为优化百日咳防控措施和免疫策略提供依据。**方法** 通过中国疾病预防控制中心传染病报告信息管理系统收集2016—2023年浙江省0~18岁人群百日咳发病资料, 通过浙江省百日咳专项流行病学调查收集预防接种资料, 描述性分析0~18岁人群百日咳流行特征和突破病例发病与末次免疫间隔时间。**结果** 2016—2023年浙江省共报告0~18岁百日咳病例7 431例, 年均报告发病率为8.68/10万, 总体趋势无统计学意义 ($P>0.05$); 其中2016—2021年百日咳报告发病率较低, 均 $<10.00/10$ 万; 2022—2023年报告发病率较高, 分别为33.98/10万和13.39/10万。发病高峰为4—8月, 4 024例占54.15%。杭州市、温州市和宁波市百日咳报告病例数居前3位, 分别为3 844、1 581和646例, 占51.73%、21.28%和8.69%; 杭州市、温州市和湖州市年均报告发病率居前3位, 分别为33.98/10万、12.38/10万和12.27/10万。0~<1岁组百日咳报告发病率较高, 为48.87/10万; 2016—2023年5~<10岁、10~18岁组百日咳报告发病率呈上升趋势 (AAPC=108.193%、106.709%, 均 $P<0.05$); 5~<10岁构成比呈上升趋势 ($P<0.05$)。百日咳突破病例109例, 发病与末次免疫间隔时间 $M(Q_k)$ 为4.00 (4.00)年; 发病与末次免疫间隔时间1~<2年、 ≥ 6 年病例数较多, 分别为25、37例, 占22.94%、33.94%。**结论** 2016—2021年浙江省百日咳报告发病率变化总体平稳, 但2022年报告发病率上升明显。春夏季为发病高峰, 0~<1岁、5~<10岁和10~18岁是重点防控人群。百日咳突破病例的发病与末次免疫间隔时间呈双峰分布。

关键词: 百日咳; 流行特征; 突破病例; 免疫策略

中图分类号: R516.6 文献标识码: A 文章编号: 2096-5087 (2026) 02-0135-05

Epidemiological characteristics of pertussis among individuals aged 18 years and below in Zhejiang Province from 2016 to 2023

WANG Linxi¹, ZHU Yao², WU Beibei², HE Hanqing²

1. School of Public Health, Hangzhou Medical College, Hangzhou, Zhejiang 310053, China;

2. Zhejiang Provincial Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou, Zhejiang 310051, China

Abstract: Objective To analyze the epidemiological characteristics of pertussis among the population aged ≤ 18 years in Zhejiang Province from 2016 to 2023, so as to provide a basis for optimizing pertussis prevention and control measures as well as immunization strategies. **Methods** Data on pertussis cases among individuals aged ≤ 18 years in Zhejiang Province from 2016 to 2023 were collected through the Infectious Disease Reporting Information System of Chinese Disease Prevention and Control Information System. Vaccination records were obtained from the specialized pertussis epidemiological survey conducted in Zhejiang Province. The descriptive epidemiological method was employed to analyze the epidemiological characteristics of pertussis among the population aged ≤ 18 years, as well as the interval between disease onset and the last immunization among breakthrough cases. **Results** A total of 7 431 pertussis cases aged ≤ 18 years were reported in Zhejiang Province from 2016 to 2023, with an average annual reported incidence of 8.68/10⁵. The overall trend showed no statistical significance ($P>0.05$). The reported incidence remained relatively low from 2016 to 2021, consistently below 10.00/10⁵. In contrast, the incidence rose to 33.98/10⁵ in 2022 and 13.39/10⁵

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2026.02.006

作者简介: 王琳茜, 硕士研究生在读, 公共卫生专业

通信作者: 吴蓓蓓, E-mail: bbwu@cdc.zj.cn

in 2023. The peak incidence period was from April to August, during which 4 024 cases were reported, accounting for 54.15%. Hangzhou City, Wenzhou City, and Ningbo City reported the highest number of cases, with 3 844, 1 581, and 646 cases, representing 51.73%, 21.28%, and 8.69%, respectively. In terms of average annual incidence, Hangzhou City, Wenzhou City, and Huzhou City ranked the highest, with rates of 33.98/10⁵, 12.38/10⁵, and 12.27/10⁵, respectively. Among age groups, the highest reported incidence was observed in children aged 0- $<$ 1 years, at 48.87/10⁵. From 2016 to 2023, the incidence in the 5- $<$ 10 years and 10-18 years age groups showed upward trends (AAPC=108.193%, 106.709%, both $P<0.05$). The proportion of cases in the 5- $<$ 10 years age group also increased during this period ($P<0.05$). A total of 109 breakthrough pertussis cases were identified. The median interval between disease onset and the last immunization was 4.00 (interquartile range, 4.00) years. The numbers of cases with intervals of 1- $<$ 2 years and ≥ 6 years were both relatively high, comprising 25 cases and 37 cases, which accounted for 22.94% and 33.94%, respectively. **Conclusions** From 2016 to 2021, the reported incidence of pertussis in Zhejiang Province remained relatively stable. However, a sharp increase was observed in 2022. The disease peaked during spring and summer. Key populations for targeted prevention and control included children aged 0- $<$ 1 year, 5- $<$ 10 years, and 10-18 years. The interval between disease onset and the last immunization among breakthrough pertussis cases exhibited a bimodal distribution.

Keywords: pertussis; epidemiology characteristics; breakthrough case; immunization strategy

百日咳是由百日咳鲍特菌引起的急性呼吸道传染病,其典型症状为阵发性、痉挛性咳嗽,病程长,可继发肺炎、脑病等严重并发症^[1]。在全球范围内,随着百白破疫苗的推广普及,百日咳发病率显著下降,但近些年出现了“百日咳再现”现象,其流行病学特征发生变化^[2]。当前百日咳流行呈“双峰化”特征:一方面,婴幼儿是发病、重症与死亡的高危人群;另一方面,疫苗诱导的免疫力随末次接种时间推移而逐渐衰减,无症状或轻症感染的学龄儿童及青少年成为百日咳传播的重要传染源^[3]。浙江省人口流动性大,面临百日咳输入与本地传播的双重防控压力。0~18岁人群是免疫规划的核心目标人群,也是百日咳易感人群和传播链的关键环节,分析该人群百日咳流行规律,是预防接种效果评估、风险识别与免疫策略优化的基础。本研究分析2016—2023年浙江省0~18岁人群百日咳流行特征,为优化百日咳防控措施和免疫策略提供依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

2016—2023年浙江省0~18岁人群百日咳发病资料来源于中国疾病预防控制中心传染病报告信息管理系统。人口资料来源于浙江省统计年鉴。预防接种资料来源于浙江省百日咳专项流行病学调查。

1.2 方法

收集发病日期为2016年1月1日—2023年12月31日、现住址为浙江省的0~18岁百日咳临床诊断病例资料,包括性别、出生日期、现住址、发病日

期和诊断日期。百日咳突破病例指已完成4剂次百白破疫苗全程免疫后仍感染的病例。描述性分析2016—2023年浙江省0~18岁人群百日咳发病的时间分布、地区分布和人群分布,以及发病与末次免疫间隔时间。采用平均年度变化百分比(average annual percent change, AAPC)分析2016—2023年浙江省0~18岁人群百日咳报告发病率变化趋势。根据流行病学风险与免疫规划关键节点^[4],年龄划分为0- $<$ 1岁、1- $<$ 2岁、2- $<$ 3岁、3- $<$ 4岁、4- $<$ 5岁、5- $<$ 10岁和10-18岁组。参考百日咳疫苗抗体水平衰减规律及相关研究^[5-6],将发病与末次免疫间隔时间划分为0- $<$ 1年、1- $<$ 2年、2- $<$ 3年、3- $<$ 4年、4- $<$ 5年、5- $<$ 6年和 ≥ 6 年。

1.3 统计分析

采用Excel 2019软件整理数据,采用SPSS 16.0软件和R 4.4.2软件统计分析。定量资料不服从正态分布的采用中位数和四分位数间距 $[M(Q_r)]$ 描述;定性资料采用相对数描述,年龄组构成比变化趋势分析采用趋势 χ^2 检验。采用Joinpoint Regression Program 5.2.0软件计算AAPC值。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 2016—2023年浙江省0~18岁人群百日咳发病情况

2016—2023年浙江省共报告0~18岁百日咳病例7 431例,年均报告发病率为8.68/10万。2016—2023年浙江省0~18岁人群百日咳报告发病率分别为1.39/10万、2.80/10万、7.21/10万、7.20/10万、0.63/10万、2.80/10万、33.98/10万和

13.39/10 万，总体趋势无统计学意义，AAPC 值为 32.658% (95%CI: -13.914%~104.424%， $t=1.599$ ， $P=0.161$)；其中 2016—2021 年百日咳报告发病率较低，均<10.00/10 万，2022—2023 年报告发病率较高。见图 1。

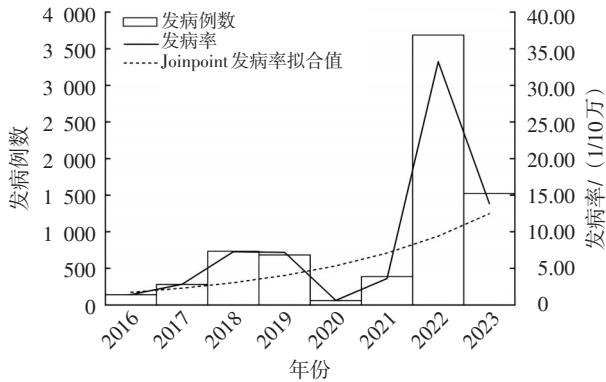


图 1 2016—2023 年浙江省 0~18 岁人群百日咳报告发病情况
Figure 1 Reported incidence of pertussis among individuals aged 0 to 18 years in Zhejiang Province from 2016 to 2023

2.2 时间分布

2016—2023 年浙江省各月均有 0~18 岁百日咳病例报告，春夏季是发病高峰；2—3 月发病例数开始增加，4—8 月达高峰，4 024 例占 54.15%，8—9 月开始下降，11—12 月再次上升。见图 2。

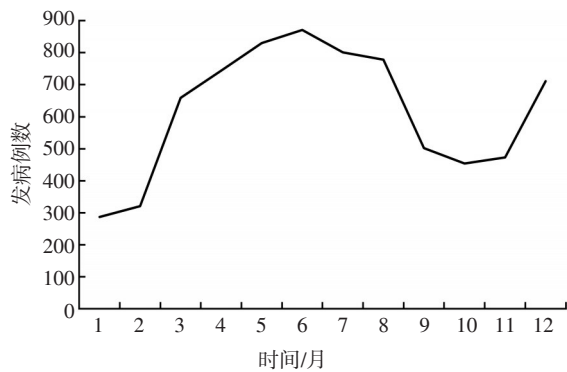


图 2 2016—2023 年浙江省 0~18 岁人群百日咳发病时间分布
Figure 2 Temporal distribution of pertussis among individuals aged 0 to 18 years in Zhejiang Province from 2016 to 2023

2.3 地区分布

浙江省 11 个地市均有 0~18 岁百日咳病例报告，杭州市、温州市和宁波市报告病例数较多，分别为 3 844、1 581 和 646 例，占 51.73%、21.28% 和 8.69%；台州市、衢州市和舟山市报告病例数较少，分别为 77、66 和 8 例，占 1.04%、0.89% 和 0.11%。杭州市、温州市和湖州市百日咳

年均报告发病率较高，分别为 33.98/10 万、12.38/10 万和 12.27/10 万；衢州市、台州市和舟山市年均报告发病率较低，分别为 2.00/10 万、0.90/10 万和 0.89/10 万。

2.4 人群分布

男性 3 808 例，女性 3 623 例，男女比为 1.05 : 1。0~<1 岁、1~<2 岁、2~<3 岁、3~<4 岁、4~<5 岁、5~<10 岁和 10~18 岁组百日咳报告病例数分别为 2 128、402、228、354、661、3 155 和 503 例，占 28.64%、5.41%、3.07%、4.76%、8.90%、42.46% 和 6.77%；年均报告发病率分别为 48.87/10 万、9.35/10 万、5.14/10 万、8.27/10 万、14.96/10 万、13.95/10 万和 1.53/10 万。2016—2023 年 5~<10 岁、10~18 岁组百日咳报告发病率呈上升趋势，AAPC 值分别为 108.193%、106.709% (均 $P<0.05$)；0~<1 岁、1~<2 岁、2~<3 岁、3~<4 岁和 4~<5 岁组报告发病率趋势无统计学意义 (均 $P>0.05$)。见表 1。2016—2023 年 5~<10 岁百日咳病例分别为 8、6、54、81、4、153、1 976 和 873 例，占 0.25%、0.19%、1.71%、2.57%、0.13%、4.85%、62.63% 和 27.67%，构成比呈上升趋势 ($\chi^2_{趋势}=4 484.929$ ， $P<0.001$)。

2.5 发病与末次免疫间隔时间分布

百日咳突破病例 109 例，发病与末次免疫间隔时间 $M(Q_R)$ 为 4.00 (4.00) 年。0~<1 年、1~<2 年、2~<3 年、3~<4 年、4~<5 年、5~<6 年和 ≥ 6 年分别为 9、25、11、8、10、9 和 37 例，占 8.26%、22.94%、10.09%、7.34%、9.17%、8.26% 和 33.94%。

3 讨论

2016—2023 年浙江省 0~18 岁人群百日咳年均报告发病率为 8.68/10 万，2016—2021 年百日咳报告发病率较低，均<10.00/10 万，但 2022 年快速上升至 33.98/10 万，与其他研究报道的“百日咳再现”现象相符^[7]。当前百日咳防控面临多重挑战：一方面，家庭内成人及青少年作为潜在传染源的传播风险尚未得到充分重视与阻断，成为百日咳向婴幼儿等易感人群扩散的重要隐患；另一方面，基层医疗机构百日咳的临床识别与实验室诊断能力较弱，尤其对不典型病例的主动检测不足，导致病例漏诊、迟报，可能会低估真实的疾病负担。

2016—2023 年浙江省 0~18 岁人群百日咳春夏季高发，可能由于以下多因素协同作用：春夏季适宜

表 1 2016—2023 年浙江省不同年龄组百日咳报告发病率 (1/10 万)

Table 1 Age-specific reported incidence of pertussis in Zhejiang Province from 2016 to 2023 (1/10⁵)

年份	0~<1岁	1~<2岁	2~<3岁	3~<4岁	4~<5岁	5~<10岁	10~18岁
2016	16.52	3.62	1.18	0.85	1.28	0.29	0
2017	38.06	6.01	1.17	2.33	0.85	0.21	0.04
2018	75.53	20.90	7.24	9.07	5.79	1.87	0.11
2019	57.70	13.20	8.73	6.53	10.04	3.42	0.33
2020	5.66	1.02	0.65	1.35	0.38	0.17	0.05
2021	13.45	1.44	0.76	3.67	4.77	5.23	0.44
2022	134.84	19.62	14.05	28.31	60.46	62.27	7.28
2023	69.03	11.91	7.94	8.65	12.35	26.33	1.84
AAPC/%	11.165	4.670	22.540	34.247	48.503	108.193	106.709
95%CI/%	-26.73~68.665	-34.241~66.606	-22.93~94.855	-7.524~94.884	-20.173~176.263	26.164~243.558	15.429~270.173
t值	0.621	0.240	1.072	1.933	1.559	3.582	3.204
P值	0.557	0.818	0.325	0.101	0.170	0.012	0.024

的温度与湿度可能延长百日咳鲍特菌在飞沫中的存活时间,导致飞沫传播风险增加^[8];学校、托幼机构等场所形成密集的接触网络,导致接触传播风险增加^[9];流行季节临床诊断与监测报告意识增强,可能在一定程度上增强病例发现的敏感性^[3]。因此,建议在每年3月底发病高峰来临前,提前部署并强化针对学校、托幼机构等聚集性场所的主动监测与早期干预措施,同步开展公众健康教育,推动防控策略从被动应对向主动防控转变,从而更有效地降低传播风险,保护儿童青少年等重点人群的健康。

杭州市、温州市、宁波市和湖州市百日咳高发,这一地区分布特征是地市监测能力、人口动力学特征和免疫屏障微观异质性共同作用的结果。通常具备更完善的医疗资源和敏感监测网络的地区,对病例(包括轻症及无症状感染者)具有更强的识别与报告能力^[10];以上这些城市多为人口流入地,密集且频繁的人口流动客观上增加了病原体引入和传播的机会^[11]。此外,高发地区可能存在免疫服务覆盖不足,导致人群发病风险增加;同时,在人口密集的环境中,疫苗保护力随时间的自然衰减更易导致免疫屏障被突破,从而引发局部传播^[12]。建议实施分级分类的精准防控策略:强化高发地区医疗机构哨点监测与流行病学调查,重点阻断家庭内和学校内的传播链,可推行“蚕茧策略”,为婴幼儿密切接触者接种加强疫苗,形成保护圈;同时,在流动人口聚集区开展常态化的接种查验与查漏补种工作,消除免疫空白,逐步构建并巩固群体免疫屏障。

浙江省0~18岁人群百日咳发病呈“双相移位”

模式,发病重心向学龄期转移,5~<10岁儿童百日咳报告病例数较多,且构成比从2016年的0.25%增加至2022年的62.63%;疾病风险向两端扩散,一端是持续高风险的0~<1岁婴儿(高报告发病率),另一端是风险不断增加的10~18岁青少年(报告发病率呈上升趋势)。0~<1岁百日咳高发病率主要源于免疫保护的“固有免疫空窗期”,婴儿在完成基础免疫程序前缺乏有效保护,且易暴露于家庭内成人隐性感染^[13],凸显了孕产妇接种疫苗的必要性,建议通过提升母源抗体水平,为生命早期构建被动免疫屏障^[14]。5~<10岁、10~18岁儿童青少年百日咳高发的主要原因是无细胞疫苗保护力在接种4~6年后自然衰减,形成免疫缺口,叠加校园环境的高度聚集性^[15],百日咳发病风险增加。因此,百日咳防控策略需进行“双重强化与精准干预”:对于婴儿,通过“蚕茧策略”填补其固有的免疫空窗期;对于儿童青少年,尽快评估并适时引入学龄期加强免疫程序,以重建并巩固该人群的免疫保护,从而系统构建持久免疫屏障。

突破病例的发病与末次免疫间隔时间分布揭示了疫苗保护力的动态衰减过程。首个发病小高峰出现在末次免疫接种后1~<2年,提示部分个体可能在免疫应答建立早期存在保护不足,或遭遇了高强度的病原体暴露;主高峰出现在末次免疫接种后≥6年,这与无细胞百日咳疫苗所诱导的抗体水平随时间自然衰退的免疫学规律^[16-17]吻合。从疫苗保护动力学角度,该结果支持了优化免疫策略的必要性,即亟须在抗体水平衰退的关键窗口期评估并加强免疫,同时持续监测并考虑疫苗株与流行株的匹配更新,以协同延长免

疫保护周期, 应对病原体的抗原漂移。

综上所述, 2016—2023年浙江省0~18岁人群百日咳报告发病率总体趋势平稳, 2016—2021年处于长期的低散发状态, 但2022年报告发病率快速上升。春夏季为发病高峰, 0~<1岁、5~<10岁和10~18岁是重点防控人群。百日咳突破病例的发病与末次免疫间隔时间呈双峰分布。

参考文献

[1] 中华预防医学会, 中华预防医学会疫苗与免疫分会. 中国百日咳行动计划专家共识 [J]. 中国疫苗和免疫, 2021, 27 (3): 317-327.

[2] MEI Z, DENIS M. As pertussis returns to pre-COVID19 endemicity, vaccination remains our best ally against an evolving Bordetella pertussis [J/OL]. Emerg Microbes Infect, 2025, 14 (1) [2026-01-25]. <http://doi.org/10.1080/22221751.2025.2466691>.

[3] STEVANOVIĆ V, ĐAKOVIĆ RODE O, TEŠOVIĆ G. Antibody response to pertussis vaccine among children and adolescents in Croatia: a cross-sectional prevalence study [J/OL]. Vaccines (Basel), 2025, 13 (3) [2026-01-25]. <http://doi.org/10.3390/vaccines13030288>.

[4] 邬辉, 郭世成, 刘杰, 等. 2020—2023年江西省百日咳流行特征及免疫效果分析 [J]. 中华流行病学杂志, 2025, 46 (6): 973-978.

[5] 王雨润, 李锋, 许海燕, 等. 含百日咳成分疫苗对适龄接种儿童百日咳保护效果的配对病例对照研究 [J]. 现代疾病预防控制, 2025, 36 (4): 265-268, 274.

[6] OHFUJI S, OKADA K, MOURI Y, et al. Effectiveness of four doses of pertussis vaccine during infancy diminished in elementary school age: a test-negative case-control study in Japan [J]. Vaccine, 2021, 39 (1): 11-17.

[7] CHRISTIE C D C. Resurgence of pertussis: whopping the '100-day cough' [J]. Curr Opin Pediatr, 2025, 37 (5): 508-516.

[8] New South Wales Ministry of Health. Whooping cough: informa-

tion for childcare and schools [EB/OL]. [2026-01-25]. <https://www.health.nsw.gov.au/Infectious/whoopingcough/Pages/Information-for-childcare-and-schools.aspx>.

[9] YADANA S, COLEMAN K K, NGUYEN T T, et al. Monitoring for airborne respiratory viruses in a general pediatric ward in Singapore [J/OL]. J Public Health Res, 2019, 8 (3) [2026-01-25]. <http://doi.org/10.4081/jphr.2019.1407>.

[10] 黄海涛, 高志刚, 丁亚兴, 等. 天津市百日咳监测体系介绍及其运行效果的评估 [J]. 中国当代儿科杂志, 2019, 21 (3): 218-222.

[11] 李睿, 亓云鹏, 王远航, 等. 2004—2023年嘉兴市百日咳流行特征 [J]. 预防医学, 2025, 37 (2): 139-142.

[12] WANG S J, ZHANG S M, LIU J. Resurgence of pertussis: epidemiological trends, contributing factors, challenges, and recommendations for vaccination and surveillance [J/OL]. Hum Vaccin Immunother, 2025, 21 (1) [2026-01-25]. <http://doi.org/10.1080/21645515.2025.2513729>.

[13] PRINCIPI N, BIANCHINI S, ESPOSITO S. Pertussis epidemiology in children: the role of maternal immunization [J/OL]. Vaccines, 2024, 12 (9) [2026-01-25]. <http://doi.org/10.3390/vaccines12091030>.

[14] 程家国, 张露平, 张静, 等. 儿童百日咳流行现状、诊断与治疗 and 防控研究进展 [J]. 医学动物防制, 2026, 42 (2): 189-194, 199.

[15] PITISUTTITHUM P, DHITAVAT J, SIRIVICHAYAKUL C, et al. Antibody persistence 2 and 3 years after booster vaccination of adolescents with recombinant acellular pertussis monovalent aP_{gen} or combined TdaP_{gen} vaccines [J/OL]. EClinicalMedicine, 2021, 37 [2026-01-25]. <http://doi.org/10.1016/j.eclinm.2021.100976>.

[16] 贾孝提, 刚孩, 赵桂让. 2019—2021年河南省漯河市无细胞百日咳疫苗疑似预防接种异常反应监测 [J]. 河南预防医学杂志, 2023, 34 (1): 77-80.

[17] 张俊杰, 罗超, 姜立坤, 等. 2015—2024年哈尔滨市百日咳流行特征分析 [J]. 预防医学, 2025, 37 (9): 941-944.

收稿日期: 2025-10-31 修回日期: 2026-01-25 本文编辑: 刘亚敏

(上接第134页)

of specific causes of death to lost life expectancy in severe mental illness [J]. Eur Psychiatr, 2017, 43: 109-115.

[20] MARTINEZ R, LLOYD-SHERLOCK P, SOLIZ P, et al. Trends in premature avertable mortality from non-communicable diseases for 195 countries and territories, 1990-2017: a population-based study [J]. Lancet Glob Health, 2020, 8 (4): 511-523.

[21] LIU M, LIU S W, WANG L J, et al. Burden of diabetes, hyperglycaemia in China from to 2016: findings from the 1990 to 2016, global burden of disease study [J]. Diabetes Metab, 2019, 45 (3): 286-293.

收稿日期: 2025-09-26 修回日期: 2026-01-03 本文编辑: 方敏