

Karolina Agnieszka Pyziak-Kowalska

**THE RESURGENCE OF PERTUSSIS IN POLAND AND EUROPE: CAUSES
AND VACCINATION STRATEGIES**

**WZROST ZACHOROWAŃ NA KRZTUSIEC W POLSCE I W EUROPIE:
PRZYCZYNY I STRATEGIE SZCZEPIEŃ OCHRONNYCH**

Infectious Diseases Outpatient Clinic, Hospital for Infectious Diseases in Warsaw, Poland
Poradnia Chorób Zakaźnych, Wojewódzki Szpital Zakaźny w Warszawie

ABSTRACT

INTRODUCTION. After a period of very low incidence during the COVID-19 pandemic, Europe experienced a marked resurgence of pertussis in 2023-2024; Poland was among the countries reporting the highest numbers of cases.

AIM. To present the epidemiological situation of pertussis in Poland in the European context, the causes of the increase in cases, vaccination strategies aimed at protecting infants, and the key data gaps.

MATERIAL AND METHODS. A scoping review of the literature was combined with a descriptive analysis of routine epidemiological surveillance data from the National Institute of Public Health NIH – National Research Institute, the Chief Sanitary Inspectorate and the European Centre for Disease Prevention and Control.

RESULTS. In 2024, 32 656 pertussis cases were reported in Poland (incidence 86.94 per 100 000), more than 35 times the number reported in 2023 and nearly five times the 2016 peak; 3 681 patients (11.3%) were hospitalised. The wave peaked in the fourth quarter of 2024 and subsided in 2025 (preliminary figure: 11 323 cases). More than half of cases with known age (57.5%) occurred in persons aged 0-19 years, with the largest number in the 10-14-year age group. The increase occurred despite high infant vaccination coverage, alongside declining uptake of booster doses.

CONCLUSIONS. The increase reflects the combined effects of natural epidemic cyclicality, waning vaccine-induced immunity, reduced natural boosting during the pandemic, shortfalls in vaccination uptake and the evolution of *Bordetella pertussis*. The most effective strategy for protecting infants is maternal vaccination with a reduced-antigen-content tetanus, diphtheria and acellular pertussis (Tdap) vaccine (effectiveness of approximately 91% against disease and approximately 95% against infant death); in Poland, this vaccination has been free of charge since 15 October 2024.

Keywords: *pertussis, Bordetella pertussis, maternal vaccination, Tdap vaccine, vaccine-induced immunity*

INTRODUCTION

Pertussis is a highly contagious infectious disease of the respiratory tract, caused by the bacterium *Bordetella pertussis* and transmitted by respiratory droplets. The catarrhal stage, when infectivity is highest, is followed by a paroxysmal cough phase that may persist for ten weeks or more, followed by gradual recovery (1). In infants, especially during the first three months of life, the course may be atypical and particularly severe: the typical paroxysmal cough may be absent, and apnoea and cyanosis may be the only manifestations; the most serious complications include pneumonia, seizures, encephalopathy and death (1,2). In previously vaccinated adolescents and adults, the disease is usually mild, presenting as a chronic cough, and may remain undiagnosed; these groups constitute a reservoir of infection for infants (1). Early in the course of disease, diagnosis is based on molecular testing (PCR), and later on serology (3); macrolide treatment shortens the period of infectivity (1).

Universal pertussis vaccination has been conducted in Poland since 1960; before its introduction, incidence reached 325.5 per 100 000 in 1960, with 1000-1400 deaths annually (4). Childhood vaccination is mandatory: primary vaccination (three doses administered from the second month of life at 6-8-week intervals) and a supplementary dose at 16-18 months of age are based on the whole-cell vaccine (DTwP), whereas booster doses are administered using acellular vaccines: DTaP in the sixth year of life and Tdap (reduced antigen content) in the 14th year of life; in the 19th year of life, Td is administered without a pertussis component (5). Tdap booster doses are recommended for adults every 10 years, and vaccination during pregnancy has been free of charge since 15 October 2024 (6). Despite the long-standing vaccination programme, pertussis remains endemic, and larger epidemics recur every 3-5 years (2).

The aim of this paper is to present the epidemiological situation of pertussis in Poland in 2023-2025 in the European context, to discuss the causes of the increase in cases and strategies for protecting infants, with particular emphasis on vaccination during pregnancy, and to identify gaps in the available data.

MATERIAL AND METHODS

This study combines a scoping review of the literature with a descriptive analysis of routine epidemiological surveillance data derived from reports and analyses available on the official websites of public health institutions, including material not published in scientific journals.

Epidemiological data for Poland were obtained from publications of the National Institute of Public Health NIH - National Research Institute (NIPH NIH – NRI) and the Chief

Sanitary Inspectorate (CSI): the bulletin "Infectious diseases and poisonings in Poland in 2024" (final data) (7), the bulletins "Vaccinations in Poland" for 2024 and 2023 (8,9), the preliminary working tables for 2025 (as of 15 June 2026) (10), and the "Report on the activities of the State Sanitary Inspection in the field of public health for 2024" (age distribution of cases from the EpiBaza system; hereinafter: the CSI report) (4). The long-term trend was reconstructed from the annual reports "Pertussis in Poland in ..." published in *Przegląd Epidemiologiczny – Epidemiological Review* for 1993-2023 (11,12), and long-term vaccination coverage data were supplemented with Statistics Poland data from MZ-54 reports (13). European data were obtained from the ECDC annual epidemiological report for 2024 (14) and the ECDC communication of May 2024 (2).

The literature was identified in PubMed/MEDLINE (search with no lower date limit, through June 2026; publications in English and Polish; search terms: pertussis, whooping cough, maternal immunization, Tdap, acellular vaccine, waning immunity, pertactin-deficient) and supplemented with WHO and ECDC documents and recommendations of Polish scientific societies. Studies on the effectiveness and safety of pertussis vaccination during pregnancy, papers on immune mechanisms and the causes of the resurgence, cost-effectiveness analyses and epidemiological studies concerning Poland were included; case reports were excluded. Limitations include the absence of a formal assessment of study quality, source selection without duplicate screening, and reliance of the epidemiological component on passive surveillance data of variable completeness.

THE EPIDEMIOLOGICAL SITUATION OF PERTUSSIS IN POLAND

Cases over time. The long-term trend in reported cases is shown in Figure 1. After cyclical increases (2012: 4 684 cases; 2016: 6 828 cases, incidence 17.77 per 100 000) (12), the COVID-19 pandemic brought a decline to the lowest level since surveillance began (2021: 182 cases). In 2023, 922 cases were reported (2.45 per 100 000), still fewer than before the pandemic (11). In 2024, the increase was unprecedented: 32 656 cases and an incidence of 86.94 per 100 000, more than 35 times the number in 2023 and nearly five times the number in 2016 (7). The wave intensified throughout the year: 691, 4 946, 12 416 and 14 603 cases were reported in successive quarters (7). In 2025, the wave subsided: according to preliminary data, 11 323 cases were reported (30.27 per 100 000), with quarterly counts declining from 6 736 to 1 065 (10).

Geographical distribution. Incidence by voivodeship in 2024 is shown in Figure 2. The highest values were recorded in Łódzkie (153.18 per 100 000), Pomorskie (142.71) and Mazowieckie (126.81; also the largest number of cases: 6 988) voivodeships, and the lowest in

Świętokrzyskie (35.60) and Zachodniopomorskie (39.46); the range was more than fourfold (7). A similar, persistent variation was observed in 2023 (from 0.43 to 13.08) (11); differences of this magnitude cannot be explained by transmission intensity alone, and differences among voivodeships in reporting and diagnostic practice have been suggested (11). The magnitude of underreporting is illustrated by a nationwide study of pertussis epidemiology, in which each notified case corresponded to an average of approximately 61 cases (15); the study predates the widespread use of molecular diagnostics and can now provide only an approximate indication of the scale of underreporting.

Age distribution and disease severity. The age distribution of cases in 2024 is presented in Table I. More than half of the cases (57.5%; 17 834 of the 31 005 cases with known age) occurred in persons aged 0-19 years (4). The largest group was aged 10-14 years (6 460 cases), followed by those aged 0-4 years (4 562) and 5-9 years (4 412); among individual ages, the largest numbers of cases were recorded in children aged 11 and 12 years (1 590 and 1 829, respectively), and 1 007 cases occurred in infants under one year of age (4). In adults, a second, smaller peak was apparent in the 30-39 and 40-49-year age groups (4). In 2023, the highest incidence occurred in children aged 0-4 years (17.3 per 100 000) and 5-9 years (7.6 per 100 000) (11).

Among the 32 656 cases, confirmed cases (clinical and laboratory criteria) accounted for 50.7%, probable cases (clinical and epidemiological criteria) for 3.9% and possible cases (clinical criteria only) for 45.4% (7,11). A total of 3 681 patients (11.3%) were hospitalised, compared with 350 (38.0%) in 2023 (7); the number of hospitalisations therefore increased more than tenfold, while their proportion declined, reflecting both the detection of a broader, milder spectrum of disease and a shift in the age structure of patients towards older children and adults. According to NIPH NIH – NRI data, a substantial proportion of hospitalisations involved infants in the first six months of life; in June 2024, the death of a newborn too young to be vaccinated was recorded (16). No deaths were registered in 2023, and complete mortality statistics for 2024-2025 were not yet available (7).

Vaccination coverage. The record wave occurred against a background of high infant vaccination coverage: in 2024, 94.2% of children born in 2023 had received at least the primary vaccination series (8). Coverage at subsequent stages of the schedule is, however, declining (Statistics Poland data): completion of the full primary series in the third year of life fell from 95.8% (2005) to 86.4% (2024), coverage with the first booster dose in the seventh year of life fell from 96.1% (2006) to 83.0%, and coverage with the second booster dose by 15 years of age fell from 91.6% (2019) to 86.7% (13). In 2024, only 65.4% of the cohort scheduled for

vaccination in the 14th year of life received the mandatory Tdap dose (8) (the discrepancy with Statistics Poland data results from methodology: Statistics Poland counts those vaccinated by the end of the 15th year of life, whereas the bulletin counts doses administered in the reporting year; some adolescents therefore receive the dose late). The number of refusals of mandatory vaccination increased from 48 609 in 2019 to 87 098 in 2023 (9,17).

The European context. The increase in cases in Poland formed part of a Europe-wide phenomenon. According to the ECDC, 209 674 pertussis cases were reported in 29 EU/EEA countries in 2024, more than eight times the number in 2023; more than 46% of notifications came from Czechia, Poland and Spain (14). The peaks of 2016 (41 026) and 2019 (34 468) were clearly exceeded (2). The highest incidence was recorded in infants under one year of age (318.5 per 100 000) and children aged 10-14 years (204.2); persons aged 15 years and over accounted for more than half of the cases (14). A total of 84 deaths were reported, including 44 in infants and 29 in persons aged 65 years and over; infants also accounted for 41% of those hospitalised (14). These hard endpoints, which are less dependent on testing intensity, confirm that the increase was not merely an artefact of surveillance; international comparisons nevertheless require caution because of differences in case definitions, diagnostic practices and completeness of reporting (in Poland, 51% of cases were laboratory confirmed) (14).

CAUSES OF THE INCREASE IN CASES

The course of the 2023-2025 wave is consistent with the dynamics of a post-pandemic rebound epidemic: it is underpinned by the natural cyclicity of pertussis (larger epidemics every 3-5 years as the number of susceptible persons accumulates) (2), while additional factors amplified its scale.

The most important factor was waning vaccine-induced immunity. Protection after acellular vaccines declines over time: in a case-control study in California, the odds of disease increased on average 1.42-fold with each year after the fifth dose of DTaP (95% CI: 1.21-1.66) (18). This leads to an accumulation of susceptibility in older children, adolescents and adults, reflected in the shift of cases towards adolescents; in Poland, this was most pronounced at ages 11-12 years, several years after the dose administered in the sixth year of life (4,14). The transmission pattern is also changing, and infants are increasingly infected by older siblings and adults. The immunological basis is illustrated by a primate model: animals vaccinated with an acellular vaccine were protected against disease but showed less effective control of airway colonisation than animals vaccinated with a whole-cell vaccine or animals that had recovered from infection, and they did not interrupt transmission (19). The conclusion that acellular

vaccines limit transmission less effectively nevertheless remains based on an animal model (19).

For the interpretation of the Polish data, the specific features of the Polish vaccination programme are important: the data cited above come from countries in which the entire schedule is based on acellular vaccines, whereas in Poland primary vaccination is based on the whole-cell vaccine, which induces an immune response closer to that induced by natural infection (Th1/Th17) (19); some infants, however, receive multicomponent combination vaccines containing an acellular pertussis component under alternative vaccination schedules (5). In Poland, the mechanism of waning protection therefore applies primarily to booster doses. The epidemic was not caused by a collapse in infant vaccination: it developed in a population in which protection among older children, adolescents and adults is waning and uptake of booster doses is deteriorating (8,13).

During the pandemic, natural boosting was also reduced: weaker circulation of *B. pertussis* meant that, after restrictions were lifted, a substantial proportion of the population was again susceptible (2); this was compounded by shortfalls in vaccination uptake (9,13). In countries using acellular vaccines, pertactin-deficient strains are also spreading and are interpreted as a consequence of vaccine-driven selection pressure (20); such isolates have also been detected in Poland, despite whole-cell primary vaccination (21), but no more recent molecular characterisation including isolates from the 2024 wave has yet been published. Finally, part of the record number of notifications is attributable to more sensitive surveillance: wider use of sensitive but less specific PCR testing may have inflated the number of diagnoses (3), while substantial underreporting acts in the opposite direction (15).

VACCINATION STRATEGIES AIMED AT PROTECTING INFANTS

The overarching objective of pertussis vaccination programmes remains to reduce cases and deaths among infants, for whom the period of greatest risk occurs before the first vaccine dose is administered (22). Among indirect protection strategies, the most effective is vaccination during pregnancy with the Tdap vaccine, which results in transplacental transfer of antibodies that protect the child from birth; this strategy was first implemented in the United Kingdom in 2012 (23).

In an observational study in England, effectiveness in preventing confirmed pertussis in infants under three months of age was estimated at 91% (95% CI: 84-95%), and effectiveness in preventing infant deaths at 95% (95% CI: 79-100%; small number of events) (23,24). Consistent results were obtained in a case-control study in England and Wales (93%) and in a

US cohort (91.4% in the first two months of life) (25,26). A systematic review demonstrated a favourable benefit-to-risk ratio (an increased risk of fever and chorioamnionitis, without significant clinical consequences) (27). Vaccination is administered in the third trimester, although earlier administration may increase antibody transfer (28); interference of maternal antibodies with the infant response did not increase the risk of disease in the UK programme (24). In US and UK models, antenatal vaccination met accepted cost-effectiveness criteria and compared favourably with postpartum vaccination (29,30); no estimate specific to Poland has been published.

In Poland, the most important system-level change is the inclusion of vaccination during pregnancy in public funding: since 15 October 2024, it has been free of charge and administered in primary health care as a single dose between 27 and 36 weeks of gestation (after 20 weeks in women at risk of preterm birth), in accordance with joint recommendations of Polish scientific societies (6,31). This change addresses the previously low uptake: in a single-centre questionnaire study conducted in Krakow and published before public funding was introduced, 23.4% of women reported having received pertussis vaccination during pregnancy (32). Complementary measures include protection of close contacts of the newborn (the cocoon strategy; a Tdap dose administered in advance of contact with the child) (5) and booster doses in adolescents and adults, recommended every 10 years (33); the WHO conditionally endorses the latter following assessment of local epidemiology and cost-effectiveness (22).

A weak point of this strategy is the uptake of booster doses. Even the mandatory Tdap dose in the 14th year of life is received in the reporting year by only about two thirds of the cohort (8), and recommended vaccinations for adults are not recorded. Barriers described in the literature include low awareness of the disease among adults and physicians, infrequent offering of vaccination, and organisational and financial barriers (34). In Poland, these are compounded by out-of-pocket payment outside pregnancy and the absence of recall mechanisms. Uptake may be improved by offering Tdap alongside other adult vaccinations and through occupational health services (34).

DATA GAPS AND THEIR CONSEQUENCES FOR THE DEVELOPMENT OF A STRATEGY

The development of an optimal national strategy is hampered by the absence of several categories of data and analyses:

1. There is no Polish cost-effectiveness analysis of vaccination during pregnancy or booster doses (the available analyses come from the United States and the United

Kingdom (29,30)); this makes it difficult to assess whether extending public funding for adult vaccination is justified.

2. The molecular characterisation of Polish *B. pertussis* isolates is out of date: the most recent published analysis predates the current wave (21), so it is not known to what extent pertactin-deficient strains (20) are responsible for the 2024 epidemic. Systematic molecular monitoring is warranted.
3. There are no data on booster vaccination uptake or barriers to booster vaccination in adults (recommended vaccinations are not recorded).
4. There is no diagnostic denominator (the number of tests performed) and no data on the vaccination status of persons who developed pertussis in 2024; this makes it impossible to distinguish a true increase from a testing effect and to assess vaccine effectiveness using national data (7,14).
5. Apart from individual local studies (32), there is no nationwide monitoring of vaccination uptake during pregnancy, particularly after the introduction of the free dose, nor any data on implementation of the cocoon strategy among close contacts of newborns; this makes it impossible to evaluate the main strategies for protecting infants.
6. Reporting gaps: the number of refusals for 2024 has not been published (8), there is no separate publicly available statistic on deaths from pertussis, and detailed annual reports are published with a delay of approximately two years.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

The increase in pertussis cases in 2023-2024 exceeded previous epidemic cycles, and in Poland 2024 was a record year in the history of surveillance (7,14). It was driven by natural cyclicity, waning vaccine-induced immunity after acellular vaccines (18,19), reduced natural boosting during the pandemic (2), declining uptake of booster doses (9,13) and the evolution of *B. pertussis* (20); part of the record number of notifications reflects more sensitive surveillance (3,15). The age distribution of cases, with a peak among adolescents aged 11-12 years, is consistent with the hypothesis of waning vaccine-induced immunity, although passive surveillance data are insufficient to establish this (4); the most severe consequences occur in infants (14). The subsiding of the wave in 2025 (10) does not change the preventive conclusions: another increase is only a matter of time. The most effective response remains vaccination during pregnancy with the Tdap vaccine, which has high effectiveness against disease and death (23-26), a favourable safety profile (27) and cost-effectiveness documented in other countries (29). The introduction of free vaccination during pregnancy (6) is an

appropriate step; the tasks for the coming years are to achieve high uptake, improve booster-dose uptake, maintain vaccination coverage in children, and address the data gaps identified above.

Declarations. Conflict of interest: The author declares no conflict of interest.

Funding: The study received no external funding.

REFERENCES

1. Kilgore PE, Salim AM, Zervos MJ, Schmitt HJ. Pertussis: microbiology, disease, treatment, and prevention. *Clin Microbiol Rev.* 2016;29(3):449–486. doi:10.1128/CMR.00083-15.
2. European Centre for Disease Prevention and Control. Increase of pertussis cases in the EU/EEA – May 2024. Stockholm: ECDC; 2024. doi:10.2900/831122. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/increase-pertussis-cases-eueea> (Accessed: 11 June 2026).
3. Centers for Disease Control and Prevention. Pertussis (whooping cough): laboratory testing and best practices for use of PCR. Atlanta: CDC. <https://www.cdc.gov/pertussis/php/laboratories/ and /pcr-bestpractices/> (Accessed: 25 June 2026).
4. Główny Inspektorat Sanitarny [Chief Sanitary Inspectorate]. Raport z działań Państwowej Inspekcji Sanitarnej w zakresie zdrowia publicznego za 2024 rok [Report on the activities of the State Sanitary Inspection in the field of public health for 2024]. Warsaw: GIS; 2025. <https://www.gov.pl/attachment/390dc836-228c-4f1d-b571-2a7518784d86> (Accessed: 17 August 2026).
5. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – PIB [National Institute of Public Health NIH – National Research Institute]. Szczepionka przeciw krztuścowi [Pertussis vaccine]. *Szczepienia.info*. Warsaw: NIZP PZH – PIB. <https://szczepienia.pzh.gov.pl/szczepionki/krztusiec/> (Accessed: 11 June 2026).
6. Minister Zdrowia [Minister of Health]. Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 3 października 2024 r. w sprawie wykazu zalecanych szczepień ochronnych, dla których zakup szczepionek został objęty finansowaniem przez ministra właściwego do spraw zdrowia [Announcement of the Minister of Health of 3 October 2024 on the list of recommended vaccinations for which the purchase of vaccines is financed by the

- minister competent for health]. Dz. Urz. Min. Zdr. 2024, item 82. https://dziennikmz.mz.gov.pl/DUM_MZ/2024/82/oryginal/akt.pdf (Accessed: 11 June 2026).
7. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – PIB, Główny Inspektorat Sanitarny. Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce w 2024 roku [Infectious diseases and poisonings in Poland in 2024]. Warsaw: NIZP PZH – PIB, GIS; 2025. Available from: https://wwwold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2024/Ch_2024.pdf (Accessed: 17 August 2026).
 8. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – PIB, Główny Inspektorat Sanitarny. Szczepienia ochronne w Polsce w 2024 roku [Vaccinations in Poland in 2024]. Warsaw: NIZP PZH – PIB, GIS; 2025. Available from: https://wwwold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2024/Sz_2024.pdf (Accessed: 17 August 2026).
 9. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – PIB, Główny Inspektorat Sanitarny. Szczepienia ochronne w Polsce w 2023 roku [Vaccinations in Poland in 2023]. Warsaw: NIZP PZH – PIB, GIS; 2024. Available from: https://wwwold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2023/Sz_2023.pdf (Accessed: 17 August 2026).
 10. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – PIB, Główny Inspektorat Sanitarny. Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce w 2025 roku. Podstawowe tablice robocze (dane wstępne, stan w dniu 15.06.2026) [Infectious diseases and poisonings in Poland in 2025. Basic working tables (preliminary data as of 15 June 2026)]. Warsaw: NIZP PZH – PIB, GIS; 2026. https://wwwold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2025/Ch_2025.pdf (Accessed: 17 August 2026).
 11. Rumik A, Paradowska-Stankiewicz I. Pertussis in Poland in 2023. *Przegl Epidemiol.* 2025;79(4):690–698. doi:10.32394/pe/218544.
 12. Rumik A, Paradowska-Stankiewicz I. Pertussis in Poland in 2022. *Przegl Epidemiol.* 2024;78(4):428–438. doi:10.32394/pe/195724.
 13. Główny Urząd Statystyczny [Statistics Poland]. Udział zaszczepionych dzieci i młodzieży w danej grupie wieku posiadających karty uodpornienia (opracowanie sprawozdań MZ-54) [Proportion of vaccinated children and adolescents in a given age group holding immunisation records (based on MZ-54 returns)]. *Dziedzinowe Bazy Wiedzy [Domain Knowledge Databases]*, variable no. 1053. Warsaw: GUS. <https://dbw.stat.gov.pl/> (Accessed: 17 August 2026).

14. European Centre for Disease Prevention and Control. Pertussis. In: Annual epidemiological report for 2024. Stockholm: ECDC; 2026. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/pertussis-annual-epidemiological-report-2024> (Accessed: 17 August 2026).
15. Stefanoff P, Paradowska-Stankiewicz IA, Lipke M, Karasek E, Rastawicki W, Zasada A, et al. Incidence of pertussis in patients of general practitioners in Poland. *Epidemiol Infect.* 2014;142(4):714–723. doi:10.1017/S0950268813001684.
16. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – PIB. Jakie są przyczyny wzrostu zachorowań na krztusiec w Polsce w 2024 roku? [What are the causes of the increase in pertussis cases in Poland in 2024?]. *Szczepienia.info*. Warsaw: NIZP PZH – PIB; 2024. <https://szczepienia.pzh.gov.pl/jakie-sa-przyczyny-wzrostu-zachorowan-na-krztusiec-w-polsce-w-2024-roku/> (Accessed: 11 June 2026).
17. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – PIB. Jaka jest liczba uchyleń dotyczących szczepień obowiązkowych? [What is the number of refusals of mandatory vaccination?]. *Szczepienia.info*. Warsaw: NIZP PZH – PIB. <https://szczepienia.pzh.gov.pl/faq/jaka-jest-liczba-uchylen-szczepien-obowiazkowych/> (Accessed: 25 June 2026).
18. Klein NP, Bartlett J, Rowhani-Rahbar A, Fireman B, Baxter R. Waning protection after fifth dose of acellular pertussis vaccine in children. *N Engl J Med.* 2012;367(11):1012–1019. doi:10.1056/NEJMoa1200850.
19. Warfel JM, Zimmerman LI, Merkel TJ. Acellular pertussis vaccines protect against disease but fail to prevent infection and transmission in a nonhuman primate model. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2014;111(2):787–792. doi:10.1073/pnas.1314688110.
20. Ma L, Caulfield A, Dewan KK, Harvill ET. Pertactin-deficient *Bordetella pertussis*, vaccine-driven evolution, and reemergence of pertussis. *Emerg Infect Dis.* 2021;27(6):1561–1566. doi:10.3201/eid2706.203850.
21. Polak M, Zasada AA, Mosiej E, Krysztopa-Grzybowska K, Witkowski L, Rzeczkowska M, et al. Pertactin-deficient *Bordetella pertussis* isolates in Poland – a country with whole-cell pertussis primary vaccination. *Microbes Infect.* 2019;21(3-4):170–175. doi:10.1016/j.micinf.2018.12.001.
22. World Health Organization. Pertussis vaccines: WHO position paper – August 2015. *Wkly Epidemiol Rec.* 2015;90(35):433–458.

23. Amirthalingam G, Andrews N, Campbell H, Ribeiro S, Kara E, Donegan K, et al. Effectiveness of maternal pertussis vaccination in England: an observational study. *Lancet*. 2014;384(9953):1521–1528. doi:10.1016/S0140-6736(14)60686-3.
24. Amirthalingam G, Campbell H, Ribeiro S, Fry NK, Ramsay M, Miller E, et al. Sustained effectiveness of the maternal pertussis immunization program in England 3 years following introduction. *Clin Infect Dis*. 2016;63(Suppl 4):S236–S243. doi:10.1093/cid/ciw559.
25. Dabrera G, Amirthalingam G, Andrews N, Campbell H, Ribeiro S, Kara E, et al. A case-control study to estimate the effectiveness of maternal pertussis vaccination in protecting newborn infants in England and Wales, 2012–2013. *Clin Infect Dis*. 2015;60(3):333–337. doi:10.1093/cid/ciu821.
26. Baxter R, Bartlett J, Fireman B, Lewis E, Klein NP. Effectiveness of vaccination during pregnancy to prevent infant pertussis. *Pediatrics*. 2017;139(5):e20164091. doi:10.1542/peds.2016-4091.
27. Vygen-Bonnet S, Hellenbrand W, Garbe E, von Kries R, Bogdan C, Heininger U, et al. Safety and effectiveness of acellular pertussis vaccination during pregnancy: a systematic review. *BMC Infect Dis*. 2020;20:136. doi:10.1186/s12879-020-4824-3.
28. Eberhardt CS, Blanchard-Rohner G, Lemaître B, Boukrid M, Combescure C, Othenin-Girard V, et al. Maternal immunization earlier in pregnancy maximizes antibody transfer and expected infant seropositivity against pertussis. *Clin Infect Dis*. 2016;62(7):829–836. doi:10.1093/cid/ciw027.
29. Atkins KE, Fitzpatrick MC, Galvani AP, Townsend JP. Cost-effectiveness of pertussis vaccination during pregnancy in the United States. *Am J Epidemiol*. 2016;183(12):1159–1170. doi:10.1093/aje/kwv347.
30. van Hoek AJ, Campbell H, Amirthalingam G, Andrews N, Miller E. Cost-effectiveness and programmatic benefits of maternal vaccination against pertussis in England. *J Infect*. 2016;73(1):28–37. doi:10.1016/j.jinf.2016.04.012.
31. Seremak-Mrozikiewicz A, Nitsch-Osuch A, Czajkowski K, Drews K, Huras H, Kalinka J, et al. Guidelines of the Polish Society of Gynecologists and Obstetricians, the Polish Society for Vaccinology, and the Polish Society for Family Medicine on vaccinating women with reproductive plans and pregnant or breastfeeding women. *Ginekol Pol*. 2023;94(8):670–682. doi:10.5603/gpl.95834.

32. Jurga J, Mierzwa G, Kuciel JA, Kołak M, Jaworowski A, Huras H. Maternal vaccination in pregnancy: an assessment of influenza, pertussis, and COVID-19 vaccination rates in Cracow, Poland. *Med Sci Monit.* 2024;30:e943304. doi:10.12659/MSM.943304.
33. Polskie Towarzystwo Wakcynologii [Polish Society of Vaccinology]. Kalendarz szczepień dorosłych [Adult immunisation schedule]. <https://ptwakc.org.pl/szczepienia-doroslych/> (Accessed: 11 June 2026).
34. Kardos P, Correia de Sousa J, Heininger U, Konstantopoulos A, MacIntyre CR, Middleton D, et al. Understanding the impact of adult pertussis and current approaches to vaccination: a narrative review and expert panel recommendations. *Hum Vaccin Immunother.* 2024;20(1):2324547. doi:10.1080/21645515.2024.2324547.

Received: 26.06.2026

Accepted for publication: 11.09.2026

Otrzymano: 26.06.2026 r.

Zaakceptowano do publikacji: 11.09.2026 r.

Address for correspondence:

Adres do korespondencji:

Karolina Agnieszka Pyziak-Kowalska

Wojewódzki Szpital Zakaźny, Poradnia Chorób Zakaźnych

ul. Wolska 37, 01-201 Warszawa

email: karolina.pyziak@gmail.com

Table I. Pertussis in Poland, 2023-2024: basic surveillance indicators (part A) and age distribution of cases in 2024 (part B)

Tabela I. Zachorowania na krztusiec w Polsce w latach 2023-2024: podstawowe wskaźniki nadzoru (część A) oraz rozkład zachorowań według wieku w 2024 r. (część B)

Part A

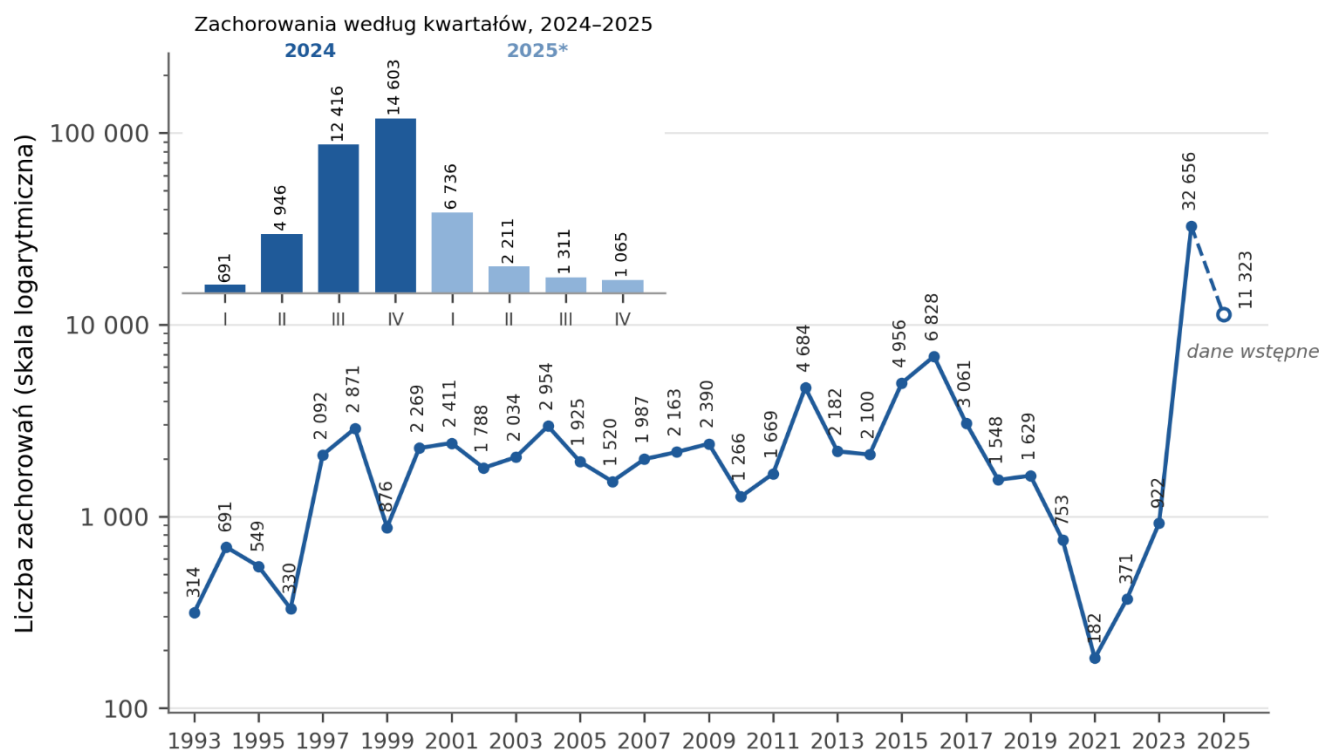
Indicator	2023	2024
Number of cases	922	32 656
Incidence per 100 000	2.45	86.94
Hospitalisations, n (%)	350 (38.0%)	3 681 (11.3%)
Confirmed cases, n (%)	425 (46.1%)	16 543 (50.7%)
Probable cases, n (%)	27 (2.9%)	1 271 (3.9%)
Possible cases, n (%)	470 (51.0%)	14 842 (45.4%)
Deaths	0	not available*

Part B

Age group (years)	Cases, n	Proportion, %
0-4	4 562	14.7
5-9	4 412	14.2
10-14	6 460	20.8
15-19	2 400	7.7
20-29	1 947	6.3
30-39	3 317	10.7
40-49	4 273	13.8
50-59	1 545	5.0
60-69	1 285	4.1
70+	804	2.6
Total (age known)	31 005	100.0

Sources: Part A: (7,11); Part B: (4)

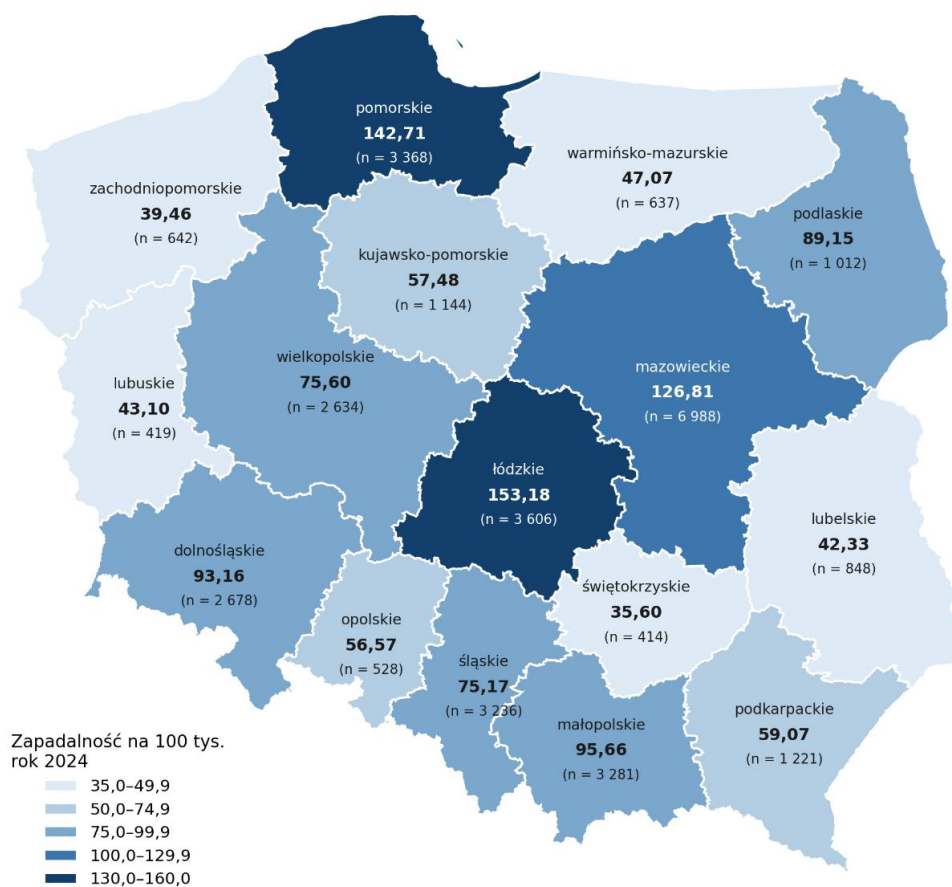
* Complete annual mortality statistics for 2024 had not been published as of August 2026; the national surveillance system recorded a neonatal death in June 2024



Source: Annual bulletins "Infectious diseases and poisonings in Poland" for years 1993-2023; (7,10)

Fig. 1. Pertussis cases in Poland, 1993-2025 (logarithmic scale); the annual number of cases.
Upper graph: cases by quarter, 2024-2025

Ryc. 1. Zachorowania na krztusiec w Polsce w latach 1993-2025 (skala logarytmiczna).
Górny wykres przedstawia zachorowania według kwartałów w latach 2024-2025.



Source: (7)

Fig. 2. Pertussis incidence per 100 000 population by voivodeship, Poland, 2024; numbers of cases (n) in parentheses. Unequal class intervals, chosen to reflect the distribution of values.

Ryc. 2. Zapadalność na krztusiec na 100 tys. ludności według województw w 2024 r. W nawiasach liczba zachorowań (n). Przedziały klas o nierównych szerokościach, dobrane do rozkładu wartości

Karolina Agnieszka Pyziak-Kowalska

**THE RESURGENCE OF PERTUSSIS IN POLAND AND EUROPE: CAUSES
AND VACCINATION STRATEGIES**

**WZROST ZACHOROWAŃ NA KRZTUSIEC W POLSCE I W EUROPIE:
PRZYCZYNY I STRATEGIE SZCZEPIEŃ OCHRONNYCH**

Infectious Diseases Outpatient Clinic, Hospital for Infectious Diseases in Warsaw, Poland
Poradnia Chorób Zakaźnych, Wojewódzki Szpital Zakaźny w Warszawie

STRESZCZENIE

WPROWADZENIE. Po okresie bardzo niskiej zapadalności na krztusiec w czasie pandemii COVID-19, w latach 2023-2024 w Europie doszło do gwałtownego wzrostu zachorowań, Polska należała do krajów o najwyższej liczbie zgłoszeń.

CEL PRACY. Przedstawienie sytuacji epidemiologicznej krztuśca w Polsce na tle europejskim, przyczyn wzrostu zachorowań oraz strategii szczepień chroniących niemowlęta, ze wskazaniem luk w danych.

MATERIAŁ I METODY. Przegląd piśmiennictwa o charakterze mapującym (scoping review), połączony z opisową analizą danych z rutynowego nadzoru epidemiologicznego z opracowań Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego PZH – Państwowego Instytutu Badawczego, Głównego Inspektoratu Sanitarnego oraz Europejskiego Centrum ds. Zapobiegania i Kontroli Chorób.

WYNIKI. W 2024 r. zarejestrowano w Polsce 32 656 zachorowań (zapadalność 86,94 na 100 tys.), ponad 35-krotnie więcej niż w 2023 r. i blisko pięciokrotnie więcej niż w szczycie z 2016 r.; hospitalizowano 3 681 chorych (11,3%). Fala osiągnęła szczyt w czwartym kwartale 2024 r., a w 2025 r. opadła (wstępnie 11 323 zachorowania). Ponad połowa zachorowań o ustalonym wieku (57,5%) dotyczyła osób w wieku 0-19 lat, najwięcej w grupie 10-14 lat. Wzrost nastąpił mimo wysokiej wyszczepialności niemowląt, przy pogarszającej się realizacji dawek przypominających.

WNIOSKI. Wzrost jest wypadkową naturalnej cykliczności, słabnięcia odporności poszczepiennej, ograniczenia naturalnego pobudzania odporności w pandemii, niedostatków realizacji szczepień i ewolucji *Bordetella pertussis*. Najskuteczniejszą ochroną niemowląt jest szczepienie kobiet w ciąży szczepionką dTpa, tj. przeciw błonicy, tężcowi i krztuścowi o obniżonej zawartości antygenów (skuteczność ok. 91% wobec zachorowania i ok. 95% wobec zgonu), w Polsce od 15 października 2024 r. bezpłatne.

Słowa kluczowe: *krztusiec, Bordetella pertussis, szczepienie kobiet w ciąży, szczepionka dTpa, odporność poszczepienna*

WPROWADZENIE

Krztusiec jest wysoce zaraźliwą chorobą zakaźną układu oddechowego, wywoływaną przez bakterię *Bordetella pertussis* i szerzącą się drogą kropelkową. Po okresie nieżytowym, o największej zakaźności, następuje trwający do kilkunastu tygodni okres napadowego kaszlu, a następnie powolne zdrowienie (1). U niemowląt, zwłaszcza w pierwszych trzech miesiącach życia, przebieg bywa nietypowy i szczególnie ciężki: typowy napadowy kaszel może nie występować, a jedynym objawem bywają bezdechy i sinica; do najgroźniejszych powikłań należą zapalenie płuc, drgawki, encefalopatia i zgon (1,2). U zaszczepionych w przeszłości młodzieży i dorosłych przebiega zwykle łagodnie jako przewlekły kaszel, bywa nierozpoznana, a grupy te są rezerwuarem zakażenia dla niemowląt (1). Rozpoznanie opiera się we wczesnym okresie choroby na badaniu molekularnym (PCR), później na serologii (3); leczenie makrolidami skraca okres zakaźności (1).

Powszechne szczepienia przeciw krztuścowi prowadzone są w Polsce od 1960 r.; przed ich wprowadzeniem zapadalność sięgała 325,5 na 100 tys. (1960 r.), a liczba zgonów 1000-1400 rocznie (4). Szczepienie dzieci jest obowiązkowe: szczepienie pierwotne (trzy dawki podawane od 2. miesiąca życia w odstępach 6-8 tygodni) i dawka uzupełniająca w 16.-18. miesiącu życia opierają się na szczepionce pełnokomórkowej (DTwP), a dawki przypominające podaje się preparatami bezkomórkowymi: DTaP w 6. i dTpa (o obniżonej zawartości antygenów) w 14. roku życia; w 19. roku życia podaje się Td, bez komponenty krztuścowej (5). Dorosłym zaleca się dawki przypominające dTpa co 10 lat, a szczepienie kobiet w ciąży jest od 15 października 2024 r. bezpłatne (6). Mimo wieloletniego programu szczepień krztusiec pozostaje chorobą endemiczną, a większe epidemie powracają co 3-5 lat (2).

Celem pracy jest przedstawienie sytuacji epidemiologicznej krztuśca w Polsce w latach 2023-2025 na tle europejskim, omówienie przyczyn wzrostu zachorowań i strategii ochrony niemowląt, ze szczególnym uwzględnieniem szczepienia kobiet w ciąży, oraz wskazanie luk w danych.

MATERIAŁ I METODY

Praca łączy przegląd piśmiennictwa o charakterze mapującym (scoping review) z opisową analizą danych rutynowego nadzoru epidemiologicznego, pochodzących z raportów i opracowań dostępnych na oficjalnych stronach instytucji zdrowia publicznego, w tym niepublikowanych w czasopiśmie.

Dane epidemiologiczne dla Polski zaczerpnięto z opracowań NIZP PZH – PIB i GIS: biuletynu „Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce w 2024 roku” (dane ostateczne) (7), biuletynów

„Szczepienia ochronne w Polsce” za lata 2024 i 2023 (8,9), wstępnych tablic roboczych za 2025 r. (stan na 15.06.2026) (10) oraz „Raportu z działań Państwowej Inspekcji Sanitarnej w zakresie zdrowia publicznego za 2024 rok” (rozkład zachorowań według wieku z systemu EpiBaza; dalej: raport GIS) (4). Trend wieloletni odtworzono z corocznych opracowań „Krzusiec w Polsce w ... roku” publikowanych w Przeglądzie Epidemiologicznym (lata 1993-2023) (11,12), a wyszczepialność w ujęciu wieloletnim uzupełniono danymi GUS ze sprawozdań MZ-54 (13). Dane europejskie pochodzą z rocznego raportu epidemiologicznego ECDC za 2024 r. (14) i komunikatu ECDC z maja 2024 r. (2).

Piśmiennictwo zidentyfikowano w bazie PubMed/MEDLINE (przeszukanie bez dolnej granicy czasu, do czerwca 2026 r.; publikacje w języku angielskim i polskim; hasła: pertussis, whooping cough, maternal immunization, Tdap, acellular vaccine, waning immunity, pertactin-deficient), uzupełniając o dokumenty WHO i ECDC oraz polskie rekomendacje towarzystw naukowych. Włączano badania skuteczności i bezpieczeństwa szczepienia przeciw krztuścowi w ciąży, prace o mechanizmach odporności i przyczynach nawrotu, analizy efektywności kosztowej oraz badania epidemiologiczne dotyczące Polski; pomijano opisy pojedynczych przypadków. Ograniczeniami są brak formalnej oceny jakości badań, dobór źródeł bez podwójnej selekcji oraz oparcie części epidemiologicznej na danych biernego nadzoru o zmiennej kompletności.

SYTUACJA EPIDEMIOLOGICZNA KRZTUŚCA W POLSCE

Zachorowania w czasie. Wieloletni przebieg zachorowań przedstawia rycina 1. Po cyklicznych nasileniach (2012 r.: 4 684 zachorowania; 2016 r.: 6 828, zapadalność 17,77 na 100 tys.) (12) pandemia COVID-19 przyniosła spadek do najniższych wartości w historii rejestracji (2021 r.: 182). W 2023 r. zarejestrowano 922 zachorowania (2,45 na 100 tys.), wciąż mniej niż przed pandemią (11). W 2024 r. nastąpił wzrost bezprecedensowy: 32 656 zachorowań i zapadalność 86,94 na 100 tys., ponad 35-krotnie więcej niż w 2023 r. i blisko pięciokrotnie więcej niż w 2016 r. (7). Fala narastała przez cały rok: w kolejnych kwartałach rejestrowano 691, 4 946, 12 416 i 14 603 zachorowania (7). W 2025 r. fala opadła: według danych wstępnych zarejestrowano 11 323 zachorowania (30,27 na 100 tys.; kwartalnie od 6 736 do 1 065) (10).

Zachorowania według miejsca. Zapadalność według województw w 2024 r. przedstawia rycina 2. Najwyższe wartości odnotowano w województwach łódzkim (153,18 na 100 tys.), pomorskim (142,71) i mazowieckim (126,81; zarazem najwięcej zachorowań: 6 988), najniższe w świętokrzyskim (35,60) i zachodniopomorskim (39,46); rozpiętość była ponad

czterokrotna (7). Podobne, utrwalone zróżnicowanie występowało w 2023 r. (od 0,43 do 13,08) (11); różnic tej skali nie sposób wyjaśnić wyłącznie intensywnością transmisji, wskazuje się na wojewódzkie różnice zgłaszalności i praktyki diagnostycznej (11). Skalę niedorejestrowania ilustruje ogólnopolskie badanie epidemiologii krztuśca, w którym na jeden zgłoszony przypadek przypadało średnio około 61 zachorowań (15); badanie to pochodzi sprzed upowszechnienia diagnostyki molekularnej i ma dziś znaczenie orientacyjne.

Zachorowania według wieku i ciężkość przebiegu. Rozkład zachorowań według wieku w 2024 r. przedstawia Tabela I. Ponad połowa zachorowań (57,5%; 17 834 spośród 31 005 zachorowań o ustalonym wieku) dotyczyła osób w wieku 0-19 lat (4). Najliczniejsza była grupa 10-14 lat (6 460 zachorowań), przed grupami 0-4 (4 562) i 5-9 lat (4 412); wśród pojedynczych roczników najwięcej zachorowań przypadło na dzieci w wieku 11 i 12 lat (1 590 i 1 829), a zachorowań niemowląt poniżej 1. roku życia było 1 007 (4). U dorosłych zaznaczył się drugi, mniejszy szczyt w grupach 30-39 i 40-49 lat (4). W 2023 r. najwyższa zapadalność występowała u dzieci w wieku 0-4 lata (17,3 na 100 tys.) i 5-9 lat (7,6 na 100 tys.) (11).

Wśród 32 656 zachorowań przypadki potwierdzone (kryteria kliniczne i laboratoryjne) stanowiły 50,7%, prawdopodobne (kliniczne i epidemiologiczne) 3,9%, a możliwe (wyłącznie kliniczne) 45,4% (7,11). Hospitalizowano 3 681 chorych (11,3%) wobec 350 (38,0%) w 2023 r. (7); liczba hospitalizacji wzrosła więc ponad dziesięciokrotnie, a spadek ich odsetka odzwierciedla zarówno wykrywanie szerszego, łagodniejszego spektrum zachorowań, jak i przesunięcie struktury wieku chorych w stronę starszych dzieci i dorosłych. Według danych NIZP PZH – PIB znaczna część hospitalizacji dotyczyła niemowląt w pierwszym półroczu życia; w czerwcu 2024 r. odnotowano zgon noworodka zbyt małego, by mógł zostać zaszczepiony (16). W 2023 r. zgonów nie zarejestrowano, a pełna statystyka za lata 2024-2025 nie była jeszcze dostępna (7).

Stan zaszczepienia. Rekordowa fala wystąpiła przy wysokiej wyszczepialności niemowląt: w 2024 r. co najmniej szczepienie pierwotne otrzymało 94,2% dzieci z rocznika 2023 (8). Pogarsza się natomiast kompletność dalszych etapów schematu (dane GUS): pełne szczepienie podstawowe w 3. roku życia z 95,8% (2005 r.) do 86,4% (2024 r.), pierwsza dawka przypominająca w 7. roku życia z 96,1% (2006 r.) do 83,0%, druga do 15. roku życia z 91,6% (2019 r.) do 86,7% (13). Obowiązkową dawkę dTpa otrzymało w 2024 r. tylko 65,4% rocznika objętego szczepieniem w 14. roku życia (8) (rozbieżność z danymi GUS wynika z metodyki: GUS ujmuje zaszczepionych do końca 15. roku życia, biuletyn dawki podane w roku sprawozdawczym; część nastolatków otrzymuje więc dawkę z opóźnieniem). Narasta

uchylenie się od szczepień obowiązkowych: z 48 609 uchyleń w 2019 r. do 87 098 w 2023 r. (9,17).

Kontekst europejski. Wzrost zachorowań w Polsce był częścią zjawiska ogólnoeuropejskiego. Według ECDC w 2024 r. w 29 krajach UE/EOG zgłoszono 209 674 przypadki krztuśca, ponad ośmiokrotnie więcej niż w 2023 r.; ponad 46% zgłoszeń przypadło na Czechy, Polskę i Hiszpanię (14). Szczyty z 2016 r. (41 026) i 2019 r. (34 468) zostały wyraźnie przekroczone (2). Najwyższą zapadalność odnotowano u niemowląt poniżej 1. roku życia (318,5 na 100 tys.) i dzieci w wieku 10-14 lat (204,2); osoby w wieku co najmniej 15 lat stanowiły ponad połowę przypadków (14). Zgłoszono 84 zgony, w tym 44 u niemowląt i 29 u osób w wieku co najmniej 65 lat; niemowlęta stanowiły też 41% hospitalizowanych (14). Te twarde punkty końcowe, mniej zależne od intensywności testowania, potwierdzają, że wzrost nie był wyłącznie artefaktem nadzoru; porównania międzynarodowe wymagają jednak ostrożności ze względu na różnice definicji, diagnostyki i kompletności zgłaszania (w Polsce laboratoryjnie potwierdzono 51% przypadków) (14).

PRZYCZYNY WZROSTU ZACHOROWAŃ

Przebieg fali z lat 2023-2025 odpowiada dynamice epidemii wyrównawczej po pandemii: u podłoża leży naturalna cykliczność krztuśca (większe epidemie co 3-5 lat wskutek narastania liczby osób podatnych) (2), a skalę spotęgowały czynniki dodatkowe.

Najsilniej zaważyło słabnięcie odporności poszczepiennej. Ochrona po szczepionkach bezkomórkowych (acelularnych) zanika z upływem lat: w badaniu kliniczno-kontrolnym w Kalifornii iloraz szans zachorowania rósł po piątej dawce DTaP średnio 1,42-krotnie z każdym rokiem (95% CI: 1,21-1,66) (18). Prowadzi to do narastania podatności starszych dzieci, młodzieży i dorosłych, czego wyrazem jest przesunięcie zachorowań na nastolatków, w Polsce najwyraźniejsze w wieku 11-12 lat, kilka lat po dawce z 6. roku życia (4,14); zmienia się też wzorzec transmisji, a niemowlęta coraz częściej zakażają się od starszego rodzeństwa i dorosłych. Podłoże immunologiczne ilustruje model naczelnych: zwierzęta szczepione bezkomórkowo były chronione przed chorobą, lecz kolonizację dróg oddechowych ograniczały słabiej niż szczepione pełnokomórkowo lub ozdrowieńcy i nie przerywały transmisji (19). Wniosek o słabszym ograniczaniu transmisji przez szczepionki bezkomórkowe pozostaje jednak oparty na modelu zwierzęcym (19).

Dla interpretacji polskich danych istotna jest odrębność programu: powyższe dane pochodzą z krajów, w których cały schemat oparto na preparatach bezkomórkowych, podczas gdy w Polsce szczepienie pierwotne opiera się na szczepionce pełnokomórkowej, indukującej

odpowiedź bliższą naturalnemu zakażeniu (Th1/Th17) (19); część niemowląt otrzymuje jednak w ramach szczepień zamiennych preparaty wysokoskojarzone ze składnikiem bezkomórkowym (5). Mechanizm słabnięcia ochrony odnosi się więc w Polsce przede wszystkim do dawek przypominających. Epidemia nie wynikała z załamania szczepień niemowląt: rozwinęła się w populacji, w której słabnie ochrona starszych dzieci, młodzieży i dorosłych, a realizacja dawek przypominających się pogarsza (8,13).

W pandemii ograniczeniu uległo też naturalne pobudzanie odporności (natural boosting): słabsze krążenie B. pertussis sprawiło, że po zniesieniu restrykcji znaczna część populacji była ponownie podatna (2); nakładają się na to niedostatki realizacji szczepień (9, 13). W krajach stosujących szczepionki bezkomórkowe rozprzestrzeniają się ponadto szczepy pozbawione pertaktyny, interpretowane jako wynik presji selekcyjnej szczepień (20); izolaty takie wykrywano także w Polsce, mimo pełnokomórkowego szczepienia pierwotnego (21), lecz nowszej charakterystyki molekularnej, obejmującej izolaty z fali 2024 r., dotąd nie opublikowano. Wreszcie, część rekordowej skali zgłoszeń to artefakt czulszego nadzoru: szersze stosowanie czułych, lecz mniej swoistych badań PCR mogło zawyżać liczbę rozpoznań (3), a w przeciwną stronę działa wielokrotne niedoszacowanie zgłoszeń (15).

STRATEGIE SZCZEPIEŃ UKIERUNKOWANE NA OCHRONĘ NIEMOWLĄT

Nadrzędnym celem programów szczepień przeciw krztuścowi pozostaje ograniczenie liczby zachorowań i zgonów niemowląt, dla których okres największego zagrożenia przypada przed otrzymaniem pierwszej dawki szczepienia (22). Spośród strategii ochrony pośredniej najskuteczniejsze jest szczepienie kobiet w ciąży szczepionką dTpa (Tdap), prowadzące do przełożyskowego przekazania przeciwciał chroniących dziecko od urodzenia; wdrożono je po raz pierwszy w Wielkiej Brytanii w 2012 r. (23).

W badaniu obserwacyjnym w Anglii skuteczność w zapobieganiu potwierdzonemu krztuścowi u niemowląt poniżej 3. miesiąca życia oszacowano na 91% (95% CI: 84-95%), a wobec zgonów niemowląt na 95% (95% CI: 79-100%; mała liczba zdarzeń) (23,24). Zbieżne wyniki dały badanie kliniczno-kontrolne w Anglii i Walii (93%) (25) i kohorta amerykańska (91,4% w pierwszych dwóch miesiącach życia) (26). Przegląd systematyczny wykazał korzystny stosunek korzyści do ryzyka (zwiększone ryzyko gorączki i zapalenia błon płodowych, bez istotnych następstw klinicznych) (27). Szczepienie podaje się w trzecim trymestrze, choć podanie wcześniejsze może zwiększać transfer przeciwciał (28); interferencja przeciwciał matczynych z odpowiedzią niemowlęcia nie zwiększała ryzyka zachorowania w programie brytyjskim (24). W modelach amerykańskim i brytyjskim szczepienie

przedporodowe spełniało przyjęte kryteria opłacalności, korzystniej niż szczepienie poporodowe (29,30); dla Polski własnego oszacowania nie opublikowano.

W Polsce najważniejszą zmianą systemową jest objęcie szczepienia ciężarnych finansowaniem publicznym: od 15 października 2024 r. jest ono bezpłatne i realizowane w podstawowej opiece zdrowotnej w schemacie jednodawkowym, między 27. a 36. tygodniem ciąży (przy zagrożeniu porodem przedwczesnym po 20. tygodniu), zgodnie ze wspólnymi rekomendacjami polskich towarzystw naukowych (6,31). Zmiana ta odpowiada na dotychczas niskie wykorzystanie szczepienia: w jednośrodkowym badaniu ankietowym z Krakowa, opublikowanym przed objęciem dawki finansowaniem, szczepienie przeciw krztuścowi w ciąży deklaroowało 23,4% kobiet (32). Uzupełnieniem są ochrona otoczenia noworodka (strategia kokonowa; dawka dTpa z wyprzedzeniem przed kontaktem z dzieckiem) (5) oraz dawki przypominające u młodzieży i dorosłych, zalecane co 10 lat (33); WHO dopuszcza je warunkowo, po ocenie lokalnej epidemiologii i efektywności kosztowej (22).

Słabym ogniwem tej strategii jest realizacja szczepień przypominających. Nawet obowiązkową dawkę dTpa w 14. roku życia otrzymuje w roku sprawozdawczym tylko około dwóch trzecich rocznika (8), a szczepienia zalecane dorosłym nie są rejestrowane. Do barier opisywanych w piśmiennictwie należą niska świadomość choroby wśród dorosłych i lekarzy, rzadkie proponowanie szczepienia oraz bariery organizacyjne i finansowe (34); w Polsce dochodzą odpłatność poza ciążą i brak mechanizmów wzywania. Poprawy można szukać w proponowaniu dawki dTpa przy okazji innych szczepień dorosłych i w medycynie pracy (34).

LUKI W DANYCH I ICH KONSEKWENCJE DLA OPRACOWANIA STRATEGII

Opracowanie optymalnej krajowej strategii utrudnia brak kilku kategorii danych i analiz:

1. Brak polskiej analizy efektywności kosztowej szczepienia ciężarnych i dawek przypominających (dostępne analizy pochodzą z USA i Wielkiej Brytanii (29,30)); utrudnia to ocenę zasadności rozszerzania finansowania szczepień dorosłych.
2. Nieaktualna charakterystyka molekularna polskich izolatów *B. pertussis*: ostatnia opublikowana analiza pochodzi sprzed obecnej fali (21), więc nie wiadomo, w jakim stopniu szczepy bez pertaktyny (20) odpowiadają za epidemię 2024 r. Zasadny jest systematyczny monitoring molekularny.
3. Brak danych o realizacji i barierach szczepień przypominających u dorosłych (szczepienia zalecane nie są rejestrowane).

4. Brak mianownika diagnostycznego (liczby wykonywanych badań) oraz danych o statusie szczepienia osób, które zachorowały w 2024 r.; uniemożliwia to rozdzielenie rzeczywistego wzrostu od efektu testowania i ocenę skuteczności szczepień na danych krajowych (7,14).
5. Poza pojedynczymi badaniami lokalnymi (32) brak ogólnopolskiego monitorowania realizacji szczepień ciężarnych, zwłaszcza po wprowadzeniu bezpłatnej dawki, oraz jakichkolwiek danych o realizacji strategii kokonowej przez otoczenie noworodków; uniemożliwia to ocenę głównych strategii ochrony niemowląt.
6. Niedostatki sprawozdawczości: liczba uchyleń za 2024 r. nie została opublikowana (8), brak odrębnej publicznej statystyki zgonów z powodu krztuśca, a szczegółowe opracowania roczne ukazują się z około dwuletnim opóźnieniem.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wzrost zachorowań na krztusiec w latach 2023-2024 przewyższył wcześniejsze cykle epidemiczne, a w Polsce rok 2024 był rekordowy w historii rejestracji (7,14). Złożyły się na niego naturalna cykliczność, słabnięcie odporności poszczepiennej po szczepionkach bezkomórkowych (18,19), ograniczenie naturalnego pobudzania odporności w pandemii (2), pogarszająca się realizacja dawek przypominających (9,13) i ewolucja *B. pertussis* (20); część rekordowej skali zgłoszeń wynika z czulszego nadzoru (3,15). Struktura wieku zachorowań, ze szczytem u nastolatków (11-12 lat), jest spójna z hipotezą słabnięcia odporności poszczepiennej, choć dane biernego nadzoru nie pozwalają jej rozstrzygnąć (4); najcięższe następstwa ponoszą niemowlęta (14). Opadnięcie fali w 2025 r. (10) nie zmienia wniosków profilaktycznych: kolejne nasilenie jest kwestią czasu. Najskuteczniejszą odpowiedzią pozostaje szczepienie kobiet w ciąży szczepionką dTpa, o wysokiej skuteczności wobec zachorowania i zgonu (23-26), korzystnym profilu bezpieczeństwa (27) i udokumentowanej za granicą efektywności kosztowej (29). Wprowadzenie bezpłatnego szczepienia ciężarnych (6) jest właściwym krokiem; zadaniami na kolejne lata są jego wysokie wykorzystanie, poprawa realizacji dawek przypominających, utrzymanie wyszczepialności dzieci oraz uzupełnienie wskazanych luk w danych.

Deklaracje. Konflikt interesów: Autorka deklaruje brak konfliktu interesów.

Finansowanie: Praca nie była finansowana ze źródeł zewnętrznych.

PIŚMIENNICTWO

1. Kilgore PE, Salim AM, Zervos MJ, Schmitt HJ. Pertussis: microbiology, disease, treatment, and prevention. Clin Microbiol Rev. 2016;29(3):449–486. doi:10.1128/CMR.00083-15.
2. European Centre for Disease Prevention and Control. Increase of pertussis cases in the EU/EEA – May 2024. Stockholm: ECDC; 2024. doi:10.2900/831122. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/increase-pertussis-cases-eueea> (Accessed: 11 June 2026).
3. Centers for Disease Control and Prevention. Pertussis (whooping cough): laboratory testing and best practices for use of PCR. Atlanta: CDC. <https://www.cdc.gov/pertussis/php/laboratories/> and [/pcr-bestpractices/](https://www.cdc.gov/pertussis/php/pcr-bestpractices/) (Accessed: 25 June 2026).
4. Główny Inspektorat Sanitarny [Chief Sanitary Inspectorate]. Raport z działań Państwowej Inspekcji Sanitarnej w zakresie zdrowia publicznego za 2024 rok [Report on the activities of the State Sanitary Inspection in the field of public health for 2024]. Warsaw: GIS; 2025. <https://www.gov.pl/attachment/390dc836-228c-4f1d-b571-2a7518784d86> (Accessed: 17 August 2026).
5. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – PIB [National Institute of Public Health NIH – National Research Institute]. Szczepionka przeciw krztuścowi [Pertussis vaccine]. Szczepienia.info. Warsaw: NIZP PZH – PIB. <https://szczepienia.pzh.gov.pl/szczepionki/krztusiec/> (Accessed: 11 June 2026).
6. Minister Zdrowia [Minister of Health]. Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 3 października 2024 r. w sprawie wykazu zalecanych szczepień ochronnych, dla których zakup szczepionek został objęty finansowaniem przez ministra właściwego do spraw zdrowia [Announcement of the Minister of Health of 3 October 2024 on the list of recommended vaccinations for which the purchase of vaccines is financed by the minister competent for health]. Dz. Urz. Min. Zdr. 2024, item 82. https://dziennikmz.mz.gov.pl/DUM_MZ/2024/82/oryginal/akt.pdf (Accessed: 11 June 2026).
7. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – PIB, Główny Inspektorat Sanitarny. Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce w 2024 roku [Infectious diseases and poisonings in Poland in 2024]. Warsaw: NIZP PZH – PIB, GIS; 2025. Available from:

- https://wwwold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2024/Ch_2024.pdf (Accessed: 17 August 2026).
8. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – PIB, Główny Inspektorat Sanitarny. Szczepienia ochronne w Polsce w 2024 roku [Vaccinations in Poland in 2024]. Warsaw: NIZP PZH – PIB, GIS; 2025. Available from: https://wwwold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2024/Sz_2024.pdf (Accessed: 17 August 2026).
 9. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – PIB, Główny Inspektorat Sanitarny. Szczepienia ochronne w Polsce w 2023 roku [Vaccinations in Poland in 2023]. Warsaw: NIZP PZH – PIB, GIS; 2024. Available from: https://wwwold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2023/Sz_2023.pdf (Accessed: 17 August 2026).
 10. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – PIB, Główny Inspektorat Sanitarny. Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce w 2025 roku. Podstawowe tablice robocze (dane wstępne, stan w dniu 15.06.2026) [Infectious diseases and poisonings in Poland in 2025. Basic working tables (preliminary data as of 15 June 2026)]. Warsaw: NIZP PZH – PIB, GIS; 2026. https://wwwold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2025/Ch_2025.pdf (Accessed: 17 August 2026).
 11. Rumik A, Paradowska-Stankiewicz I. Pertussis in Poland in 2023. *Przegl Epidemiol.* 2025;79(4):690–698. doi:10.32394/pe/218544.
 12. Rumik A, Paradowska-Stankiewicz I. Pertussis in Poland in 2022. *Przegl Epidemiol.* 2024;78(4):428–438. doi:10.32394/pe/195724.
 13. Główny Urząd Statystyczny [Statistics Poland]. Udział zaszczepionych dzieci i młodzieży w danej grupie wieku posiadających karty uodpornienia (opracowanie sprawozdań MZ-54) [Proportion of vaccinated children and adolescents in a given age group holding immunisation records (based on MZ-54 returns)]. *Dziedzinowe Bazy Wiedzy* [Domain Knowledge Databases], variable no. 1053. Warsaw: GUS. <https://dbw.stat.gov.pl/> (Accessed: 17 August 2026).
 14. European Centre for Disease Prevention and Control. Pertussis. In: *Annual epidemiological report for 2024*. Stockholm: ECDC; 2026. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/pertussis-annual-epidemiological-report-2024> (Accessed: 17 August 2026).

15. Stefanoff P, Paradowska-Stankiewicz IA, Lipke M, Karasek E, Rastawicki W, Zasada A, et al. Incidence of pertussis in patients of general practitioners in Poland. *Epidemiol Infect.* 2014;142(4):714–723. doi:10.1017/S0950268813001684.
16. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – PIB. Jakie są przyczyny wzrostu zachorowań na krztusiec w Polsce w 2024 roku? [What are the causes of the increase in pertussis cases in Poland in 2024?]. *Szczepienia.info*. Warsaw: NIZP PZH – PIB; 2024. <https://szczepienia.pzh.gov.pl/jakie-sa-przyczyny-wzrostu-zachorowan-na-krztusiec-w-polsce-w-2024-roku/> (Accessed: 11 June 2026).
17. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – PIB. Jaka jest liczba uchyleń dotyczących szczepień obowiązkowych? [What is the number of refusals of mandatory vaccination?]. *Szczepienia.info*. Warsaw: NIZP PZH – PIB. <https://szczepienia.pzh.gov.pl/faq/jaka-jest-liczba-uchylen-szczepien-obowiazkowych/> (Accessed: 25 June 2026).
18. Klein NP, Bartlett J, Rowhani-Rahbar A, Fireman B, Baxter R. Waning protection after fifth dose of acellular pertussis vaccine in children. *N Engl J Med.* 2012;367(11):1012–1019. doi:10.1056/NEJMoa1200850.
19. Warfel JM, Zimmerman LI, Merkel TJ. Acellular pertussis vaccines protect against disease but fail to prevent infection and transmission in a nonhuman primate model. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2014;111(2):787–792. doi:10.1073/pnas.1314688110.
20. Ma L, Caulfield A, Dewan KK, Harvill ET. Pertactin-deficient *Bordetella pertussis*, vaccine-driven evolution, and reemergence of pertussis. *Emerg Infect Dis.* 2021;27(6):1561–1566. doi:10.3201/eid2706.203850.
21. Polak M, Zasada AA, Mosiej E, Krysztopa-Grzybowska K, Witkowski L, Rzeczkowska M, et al. Pertactin-deficient *Bordetella pertussis* isolates in Poland – a country with whole-cell pertussis primary vaccination. *Microbes Infect.* 2019;21(3-4):170–175. doi:10.1016/j.micinf.2018.12.001.
22. World Health Organization. Pertussis vaccines: WHO position paper – August 2015. *Wkly Epidemiol Rec.* 2015;90(35):433–458.
23. Amirthalingam G, Andrews N, Campbell H, Ribeiro S, Kara E, Donegan K, et al. Effectiveness of maternal pertussis vaccination in England: an observational study. *Lancet.* 2014;384(9953):1521–1528. doi:10.1016/S0140-6736(14)60686-3.
24. Amirthalingam G, Campbell H, Ribeiro S, Fry NK, Ramsay M, Miller E, et al. Sustained effectiveness of the maternal pertussis immunization program in England 3 years

- following introduction. *Clin Infect Dis.* 2016;63(Suppl 4):S236–S243. doi:10.1093/cid/ciw559.
25. Dabrera G, Amirthalingam G, Andrews N, Campbell H, Ribeiro S, Kara E, et al. A case-control study to estimate the effectiveness of maternal pertussis vaccination in protecting newborn infants in England and Wales, 2012–2013. *Clin Infect Dis.* 2015;60(3):333–337. doi:10.1093/cid/ciu821.
 26. Baxter R, Bartlett J, Fireman B, Lewis E, Klein NP. Effectiveness of vaccination during pregnancy to prevent infant pertussis. *Pediatrics.* 2017;139(5):e20164091. doi:10.1542/peds.2016-4091.
 27. Vygen-Bonnet S, Hellenbrand W, Garbe E, von Kries R, Bogdan C, Heininger U, et al. Safety and effectiveness of acellular pertussis vaccination during pregnancy: a systematic review. *BMC Infect Dis.* 2020;20:136. doi:10.1186/s12879-020-4824-3.
 28. Eberhardt CS, Blanchard-Rohner G, Lemaître B, Boukrid M, Combescure C, Othenin-Girard V, et al. Maternal immunization earlier in pregnancy maximizes antibody transfer and expected infant seropositivity against pertussis. *Clin Infect Dis.* 2016;62(7):829–836. doi:10.1093/cid/ciw027.
 29. Atkins KE, Fitzpatrick MC, Galvani AP, Townsend JP. Cost-effectiveness of pertussis vaccination during pregnancy in the United States. *Am J Epidemiol.* 2016;183(12):1159–1170. doi:10.1093/aje/kwv347.
 30. van Hoek AJ, Campbell H, Amirthalingam G, Andrews N, Miller E. Cost-effectiveness and programmatic benefits of maternal vaccination against pertussis in England. *J Infect.* 2016;73(1):28–37. doi:10.1016/j.jinf.2016.04.012.
 31. Seremak-Mrozikiewicz A, Nitsch-Osuch A, Czajkowski K, Drews K, Huras H, Kalinka J, et al. Guidelines of the Polish Society of Gynecologists and Obstetricians, the Polish Society for Vaccinology, and the Polish Society for Family Medicine on vaccinating women with reproductive plans and pregnant or breastfeeding women. *Ginekol Pol.* 2023;94(8):670–682. doi:10.5603/gpl.95834.
 32. Jurga J, Mierzwa G, Kuciel JA, Kołak M, Jaworowski A, Huras H. Maternal vaccination in pregnancy: an assessment of influenza, pertussis, and COVID-19 vaccination rates in Cracow, Poland. *Med Sci Monit.* 2024;30:e943304. doi:10.12659/MSM.943304.
 33. Polskie Towarzystwo Wakcynologii [Polish Society of Vaccinology]. Kalendarz szczepień dorosłych [Adult immunisation schedule]. <https://ptwakc.org.pl/szczepienia-doroslych/> (Accessed: 11 June 2026).

34. Kardos P, Correia de Sousa J, Heininger U, Konstantopoulos A, MacIntyre CR, Middleton D, et al. Understanding the impact of adult pertussis and current approaches to vaccination: a narrative review and expert panel recommendations. Hum Vaccin Immunother. 2024;20(1):2324547. doi:10.1080/21645515.2024.2324547.

Received: 26.06.2026

Accepted for publication: 11.09.2026

Otrzymano: 26.06.2026 r.

Zaakceptowano do publikacji: 11.09.2026 r.

Address for correspondence:

Adres do korespondencji:

Karolina Agnieszka Pyziak-Kowalska

Wojewódzki Szpital Zakaźny, Poradnia Chorób Zakaźnych

ul. Wolska 37, 01-201 Warszawa

email: karolina.pyziak@gmail.com