

# Analysis of the causes of death in children and adolescents in the autopsy material of the Department of Forensic Medicine at the Medical University of Białystok from 2006 to 2024

## Analiza przyczyn zgonów dzieci i młodzieży w materiale sekcyjnym Zakładu Medycyny Sądowej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku z lat 2006-2024

Wiktoria Dobkowska [2] • Natalia Zyśkowska [2] • Kacper Warpechowski [2] • Maria Doroszczyk [2] • Julia Garbuz [2] • Julia Janica [2] • Urszula Cwalina [3] • Anna Niemcunowicz-Janica [1] • Michał Szeremeta [1]

1. Department of Forensic Medicine, Medical University of Białystok, Poland  
Zakład Medycyny Sądowej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Polska
2. Student Scientific Club at the Department of Forensic Medicine, Medical University of Białystok, Poland  
Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Medycyny Sądowej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Polska
3. Department of Biostatistics and Medical Informatics, Medical University of Białystok, Poland  
Zakład Biostatystyki i Informatyki Medycznej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku, Polska

### Abstract

**Aim of the study:** assessment of the structure of causes of death in children and adolescents up to 18 years of age in the autopsy material of the Department of Forensic Medicine at the Medical University of Białystok in the years 2006–2024.

**Material and methods:** the analysis was conducted on a group of 333 cases of deaths in children and adolescents, based on data contained in 7,551 autopsy reports, which represents 4.41% of all forensic autopsies performed during the study period. The analysis included the cause of death, sex, and accompanying circumstances such as season of the year, day of the week, and place of residence. The collected material was processed statistically according to the adopted classification criteria, and the results were presented in both descriptive and graphical form.

**Results:** the analysis showed that the most common causes of death were accidents, including 111 traffic accidents and 84 non-traffic accidents. The highest number of deaths was observed during the summer months and on weekends. A predominance of deaths among boys was noted, accounting for 216 cases (65%), while deaths among girls constituted 117 cases (35%). The analysis revealed differences in the structure of causes of death depending on place of residence. In rural areas, traffic accidents were the leading cause of death, representing 43.5%. In contrast, in urban areas, deaths most frequently resulted from non-traffic accidents, with a proportion of 29%.

**Summary:** the study results indicate the need for a multidirectional approach to the prevention of deaths in children, and the autopsy material constitutes a reliable source of epidemiological data in cases of deaths among minors. These data provide not only a basis for scientific analyses but may also serve as a useful tool supporting preventive measures and contribute to the development of an effective strategy for reducing mortality among children and adolescents.

### Keywords

child and adolescent deaths, forensic autopsy, analysis of causes and circumstances of death

## Streszczenie

**Cel pracy:** ocena struktury przyczyn zgonów dzieci i młodzieży do 18 roku życia w materiale sekcyjnym Zakładu Medycyny Sądowej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku w latach 2006-2024.

**Materiał i metody:** analizę przeprowadzono w grupie 333 przypadków zgonów dzieci i młodzieży w oparciu o dane zawarte w 7551 protokołach sekcyjnych, co stanowi 4,41% wykonanych w badanym okresie sądowo-lekarskich sekcji zwłok. W analizie uwzględniono przyczynę zgonu, płeć oraz okoliczności towarzyszące, takie jak: pora roku, dzień tygodnia, miejsce zamieszkania. Zebrany materiał opracowano statystycznie zgodnie z przyjętymi kryteriami podziału, a wyniki przedstawiono w formie opisowej oraz graficznej.

**Wyniki:** przeprowadzona analiza wykazała, że najczęstszą przyczynę zgonów stanowiły wypadki, z których 111 stanowiły wypadki komunikacyjne, a 84 wypadki inne niż komunikacyjne. Najwięcej zgonów obserwowano w okresie letnim, a także w weekendy. Stwierdzono przewagę zgonów wśród chłopców, którzy stanowili 216 przypadków (65%), podczas gdy zgony dziewcząt dotyczyły 117 przypadków (35%). W analizie stwierdzono różnice dotyczące struktury przyczyn zgonów w zależności od miejsca zamieszkania. Na terenach wiejskich dominującą przyczyną zgonów były wypadki komunikacyjne, które stanowiły 43,5%. Natomiast w mieście najczęściej do zgonów dochodziło w związku z wypadkami innymi niż komunikacyjne z odsetkiem zgonów wynoszącym 29%.

**Podsumowanie:** wyniki badań wskazują na konieczność wielokierunkowego podejścia do prewencji zgonów dzieci, a materiał sekcyjny jest wiarygodnym źródłem danych epidemiologicznych w przypadkach zgonów małoletnich. Dane te stanowią nie tylko podstawę do analiz naukowych, lecz także mogą być pomocnym narzędziem wspomagającym działania profilaktyczne, jak i mogą przyczynić się do opracowania skutecznej strategii zapobiegania zgonom wśród dzieci i młodzieży.

## Słowa kluczowe

zgony dzieci i młodzieży, sądowo-lekarska sekcja zwłok, analiza przyczyn i okoliczności zgonów

## Introduction

The analysis of deaths in children and adolescents constitutes an important area of interdisciplinary research at the intersection of forensic medicine, epidemiology, pediatrics, and public health [1]. Sudden or violent deaths of minors, particularly those of unclear etiology, require detailed evaluation in clinical, forensic, and circumstantial contexts [2, 3]. Assessing the causes of death and determining the mechanisms of death, while taking risk factors into account, may be used to support preventive measures [4].

In 2023, 4.8 million deaths of children under 5 years of age were recorded worldwide, representing a significant decrease compared with 2015, when the number of deaths in this age group reached 6.2 million [5]. According to data from the World Health Organization (WHO), the leading causes of death in this age group are infectious diseases, perinatal complications, and injuries [6]. In recent decades, a significant reduction in infant and child mortality has been observed, most likely resulting from advances in medicine, improved socioeconomic conditions, and the development of preventive vaccination programs [7, 8, 9]. Nevertheless, a substantial proportion of deaths still consists of sudden and violent cases, arising from

## Wstęp

Analiza zgonów dzieci i młodzieży stanowi istotny obszar badań interdyscyplinarnych na styku medycyny sądowej, epidemiologii, pediatrii oraz zdrowia publicznego [1]. Nagłe lub gwałtowne zgony małoletnich, zwłaszcza o niejasnej etiologii, wymagają szczegółowej oceny zarówno w aspekcie klinicznym, medyczo-sądowym, jak i w zakresie okoliczności śmierci [2,3]. Ocena przyczyn zgonu oraz ustalenie mechanizmów śmierci, przy uwzględnieniu czynników ryzyka, może być wykorzystane w działaniach profilaktycznych [4].

W 2023 roku odnotowano 4,8 miliona zgonów dzieci poniżej 5 roku życia na świecie, co stanowi znaczny spadek w stosunku do roku 2015, w którym liczba zgonów w tej grupie wiekowej osiągnęła 6,2 miliona [5]. Według danych World Health Organization (WHO) głównymi przyczynami śmierci w tej grupie wiekowej są choroby zakaźne, powikłania okołoporodowe oraz urazy [6]. W ostatnich dekadach obserwuje się znaczną redukcję śmiertelności niemowląt i dzieci, co najprawdopodobniej wynika z postępu medycyny, poprawy warunków socjoekonomicznych i rozwoju szczepień ochronnych [7, 8, 9]. Niemniej jednak, wciąż istotny odsetek zgonów stanowią przypadki nagłe i gwałtowne, będące wynikiem urazów, ostrych infekcji, czy

injuries, acute infections, or rapidly progressing diseases [10, 11]. In developed countries, including Poland, the structure of causes of death in children has undergone significant changes. The frequency of deaths due to infectious causes has decreased, while an increasing proportion is attributed to injuries [7], chronic diseases with complex courses, such as congenital heart defects, cancers, and metabolic disorders [12], as well as sudden infant deaths [13, 14]. The variability in causes of death among minors may be influenced by seasonal, demographic, and geographic factors, which underscores the need for local analyses that take regional conditions into account [15, 16, 17].

Due to the limitations of national death registration systems and the fact that some deaths are fully diagnosed only after a forensic autopsy, data obtained from forensic medicine departments constitute a valuable source of information, including epidemiological data [18]. Retrospective analysis of autopsy cases enables not only the assessment of the predominant causes and mechanisms of death but also the identification of temporal trends and the indication of areas requiring improvement through the implementation of appropriate public health intervention projects or programs [19, 20].

### Aim of the study

The aim of the study was to assess the structure of causes of death in children and adolescents up to 18 years of age in the autopsy material of the Department of Forensic Medicine of the Medical University from 2006 to 2024.

### Material and methods

The study material consisted of 333 autopsy reports related to deaths of children and adolescents up to 18 years of age, whose forensic autopsies were performed between 2006 and 2024 at the Department of Forensic Medicine of the Medical University in Białystok.

Given that the Department of Forensic Medicine of the Medical University in Białystok is the only reference center in the Podlaskie Voivodeship capable of providing comprehensive and multidisciplinary diagnostics of medico-legal deaths, the presented results largely reflect the characteristics of sudden and violent deaths among children and adolescents up to 18 years of age in this region. The voivodeship covers an area of approximately 20,187 km<sup>2</sup> and has a population of over 1.1 million, of whom about 60.8% reside in urban areas and about 39.2% in rural areas. The Podlaskie Voivodeship is characterized by one of the lowest population densities in Poland (approximately 56 inhabitants/km<sup>2</sup>) and by a significant, though not dominant, share of rural population in the region's demographic structure. The largest urban center and the capital of

chorób o przebiegu piorunującym [10, 11]. W krajach rozwiniętych, w tym w Polsce, struktura przyczyn zgonów dzieci uległa istotnym zmianom. Zmniejszyła się częstość zgonów z przyczyn zakaźnych, natomiast coraz większy procent stanowią zgony spowodowane urazami [7], chorobami przewlekłymi o złożonym przebiegu, np. wrodzone wady serca, nowotwory, choroby metaboliczne [12] oraz nagłe zgony niemowląt [13, 14]. Zróżnicowanie przyczyn śmierci małoletnich może mieć charakter sezonowy, demograficzny i geograficzny, co podkreśla konieczność prowadzenia analiz lokalnych uwzględniających uwarunkowania regionalne [15, 16, 17].

Z uwagi na ograniczenia krajowych systemów rejestracji zgonów oraz fakt, że część przypadków zgonów jest w pełni zdiagnozowana dopiero po przeprowadzeniu sądowo-lekarskiej sekcji zwłok, dane uzyskane z zakładów medycyny sądowej stanowią cenne źródło informacji, w tym epidemiologicznych [18]. Analiza retrospektywna przypadków sekcyjnych umożliwia nie tylko ocenę dominujących przyczyn i mechanizmów śmierci, ale również pozwala na identyfikację zmian trendów w czasie oraz wskazanie obszarów wymagających poprawy poprzez wdrożenie odpowiednich projektów lub programów w zakresie interwencji zdrowia publicznego [19,20].

### Cel pracy

Celem pracy była ocena struktury przyczyn zgonów dzieci i młodzieży do 18 roku życia w materiale sekcyjnym Zakładu Medycyny Sądowej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku w latach 2006-2024.

### Materiały i metody

Badany materiał stanowiły 333 protokoły sekcyjne związane ze zgonami dzieci i młodzieży do 18 roku życia, których sądowo-lekarskie sekcje zwłok zostały przeprowadzone w latach 2006-2024 w Zakładzie Medycyny Sądowej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku.

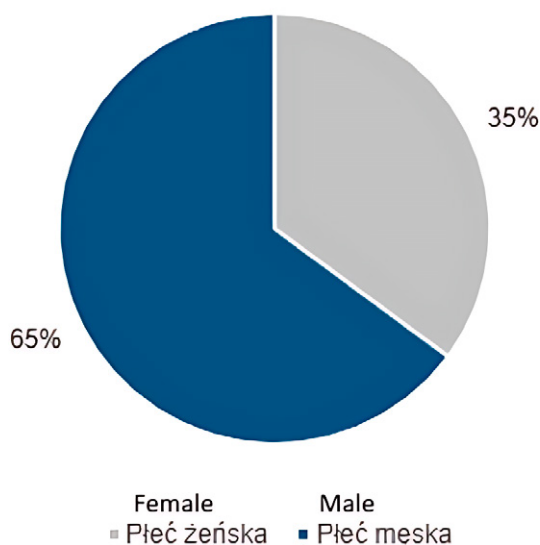
Ze względu na fakt, że Zakład Medycyny Sądowej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku jest jedynym ośrodkiem referencyjnym na terenie województwa podlaskiego pozwalającym na kompleksową i wielospecjalistyczną diagnostykę zgonów o charakterze medyczno-sądowym, przedstawione wyniki w dużej mierze odzwierciedlają problematykę zgonów nagłych i gwałtownych wśród dzieci i młodzieży do 18 roku życia z terenu województwa podlaskiego. Województwo to zajmuje około 20 187 km<sup>2</sup> i liczy ponad 1,1 mln mieszkańców, z czego około 60,8% stanowi ludność miejska, a około 39,2% stanowi ludność wiejska. Województwo podlaskie cechuje się jedną z niższych gęstości zaludnienia w Polsce (około 56 osób/km<sup>2</sup>) oraz znaczącym, ale nie dominującym, udziałem ludności wiejskiej

the voivodeship is Białystok, with a population of nearly 300,000. Apart from this city, the region includes medium- and small-sized towns as well as extensive rural areas. In the present study, the division into urban and rural areas was based on the administrative classification criteria of the 'TERYT' system used by the Central Statistical Office. In this classification, urban areas are defined as towns and their administrative boundaries, while rural areas include non-urban territories comprising rural communes and the rural parts of mixed urban-rural communes.

The analysis included the cause of death, sex, and accompanying circumstances such as season of the year, day of the week, and place of residence. The collected material was statistically processed according to the adopted classification criteria, and the results were presented in descriptive and graphical form. The existence of relationships between qualitative variables was examined using Pearson's  $\chi^2$  test. The Mann-Whitney U test was applied for comparisons between two groups, and the Kruskal-Wallis test for comparisons involving more than two groups. Statistical significance was set at  $p < 0.05$ . Statistical analysis was performed using the Statistica 12.5 software.

## Results

The analysis of autopsy reports from the Department of Forensic Medicine in Białystok for the studied period showed that among the 333 examined fatal cases involving children and adolescents, 216 deaths occurred in boys (65%) and 117 in girls (35%) [Fig. 1]. Despite the observed differences, statistical analysis did not demonstrate a significant association between sex and the causes of death ( $p > 0.05$ ). Thus, sex did not have a significant impact on the structure of causes of death in the studied group.



**Fig. 1. Distribution of deaths among children and adolescents by sex**

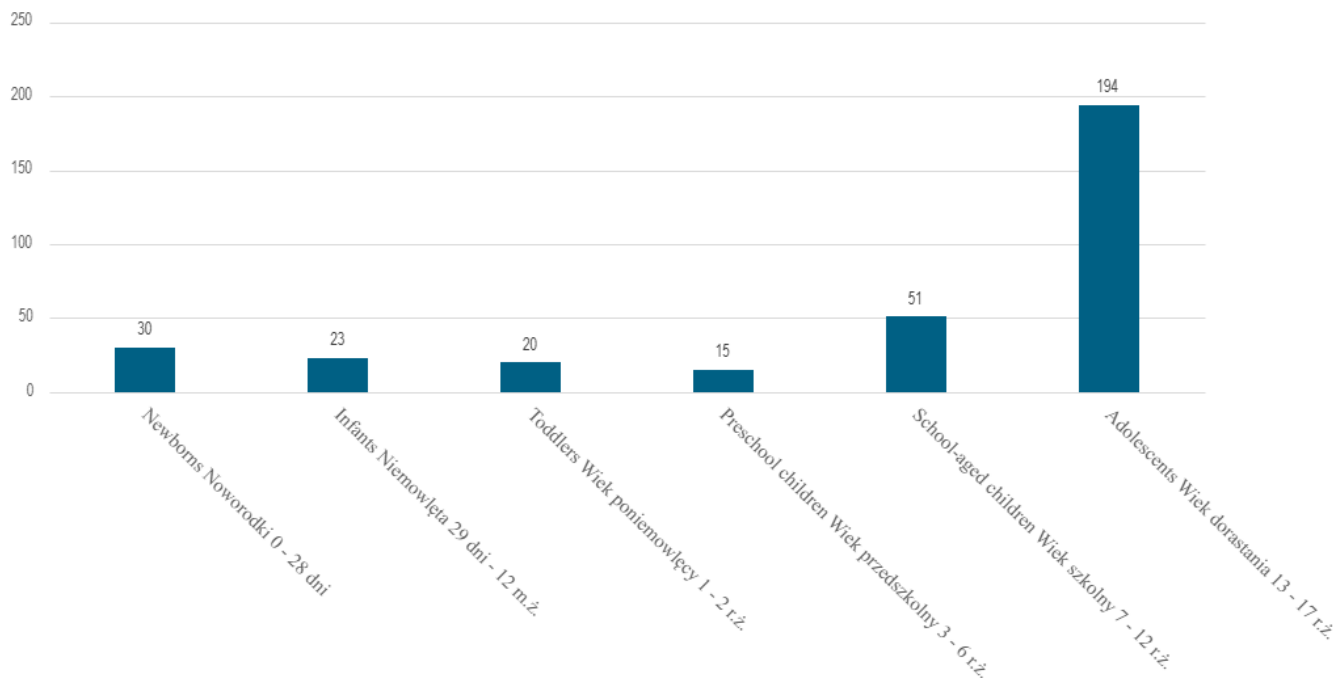
**Ryc. 1. Podział zgonów wśród dzieci i młodzieży ze względu na płeć**

w strukturze demograficznej regionu. Największym ośrodkiem miejskim i zarazem stolicą województwa jest blisko 300 tysięcy Białystok. Poza nim na terenie województwa występują miasta średniej i małej wielkości oraz rozległe obszary wiejskie. W przeprowadzonym badaniu jako kryteria podziału na obszary miejskie i wiejskie przyjęto podział zgodny z administracyjnym kryterium klasyfikacji „TERYT” stosowany przez Główny Urząd Statystyczny. W podziale tym za obszary miejskie przyjmuje się miasta i ich administracyjne granice, a za tereny wiejskie tereny pozamiejskie, obejmujące gminy wiejskie i wiejskie części gmin miejsko-wiejskich.

W analizie uwzględniono przyczynę zgonu, płeć oraz okoliczności towarzyszące, takie jak: pora roku, dzień tygodnia, miejsce zamieszkania. Zebrany materiał opracowano statystycznie zgodnie z przyjętymi kryteriami podziału, a wyniki przedstawiono w formie opisowej oraz graficznej. Istnienie zależności pomiędzy cechami jakościowymi badano za pomocą testu  $\chi^2$  Pearsona. Do porównania dwóch grup użyto testu U Manna-Whitneya, w przypadku większej liczby grup testu Kruskala-Wallisa. Wyniki istotne statystycznie przyjęto na poziomie  $p < 0,05$ . Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą programu Statistica 12.5.

## Wyniki

Analiza protokołów sekcyjnych Zakładu Medycyny Sądowej w Białymstoku w badanym okresie wykazała, że wśród 333 przeanalizowanych przypadków śmiertelnych dzieci i młodzieży, odnotowano 216 zgonów chłopców (65%) oraz 117 zgonów dziewczynek (35%) [Ryc. 1]. Pomimo obserwowanych różnic analiza statystyczna nie wykazała istotnej zależności pomiędzy płcią a przyczynami zgonów ( $p > 0,05$ ). Tym samym płeć nie miała istotnego wpływu na strukturę przyczyn zgonów w badanej grupie.



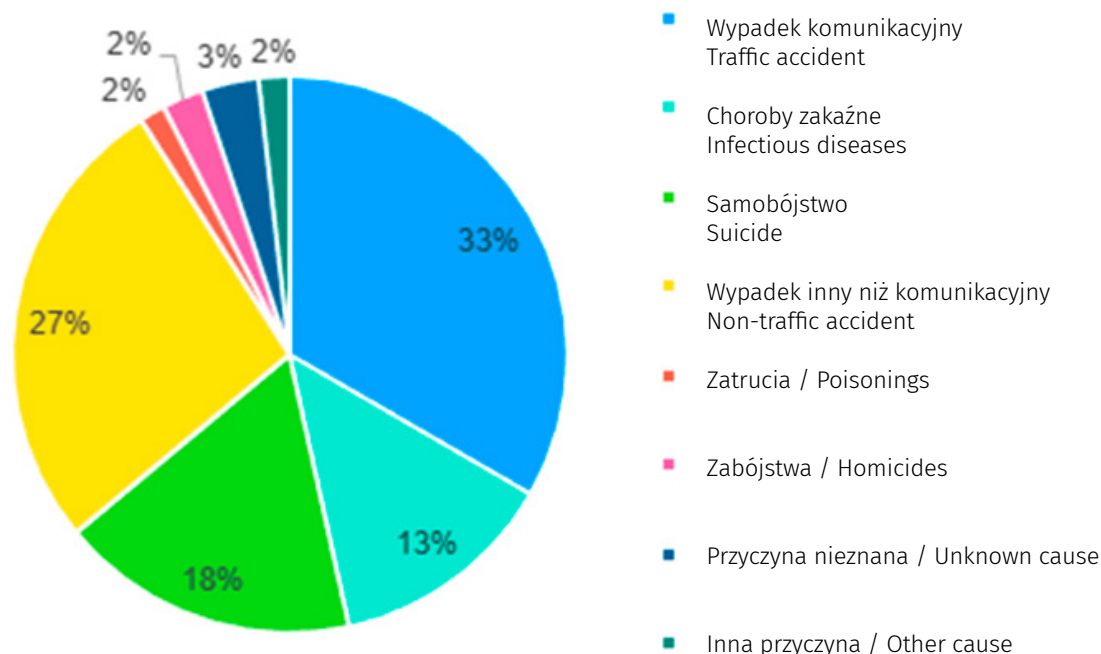
**Fig. 2. Distribution of deaths among children and adolescents by age**  
**Ryc. 2. Podział zgonów wśród dzieci i młodzieży ze względu na wiek**

The conducted analysis showed that the highest number of deaths among children and adolescents occurred in the 13-17-year age group (194 cases), which constituted the clear majority of all examined cases. The next most frequent were deaths in school-aged children (7-12 years; 51 cases), followed by deaths in the neonatal group (30 cases), the infant group (23 cases), and the toddlers (20 cases). The lowest number of deaths was recorded among preschool-aged children (3-6 years; 15 cases). Quantitative data are presented in Figure 2.

Within the scope of the analysis, causes of death resulting from violent death were distinguished: accidents, including traffic and non-traffic accidents; homicide; suicide; and poisoning. In addition, deaths due to disease, including those occurring in the course of infection, were identified. Six cases involved other causes of death, such as idiopathic status epilepticus (2 cases), cachexia associated with cerebral palsy (2 cases), heart failure caused by hypertrophic cardiomyopathy (1 case), and heart failure of undetermined etiology (1 case). Deaths of unclear cause were also included in the analysis. The percentage distribution of the results is presented graphically [Fig. 3].

Przeprowadzona analiza wykazała, że największą liczbę zgonów wśród dzieci i młodzieży obserwowano w wieku 13-17 lat (194 przypadki), co stanowiło zdecydowaną większość analizowanych przypadków. Kolejne pod względem częstości były zgony w wieku szkolnym – 7-12 lat (51 przypadków), a następnie zgony w grupie noworodków (30 przypadków) oraz w grupie niemowląt (23 przypadki), a następnie w okresie poniemowlęcym (20 przypadków). Najmniejszą liczbę zgonów stwierdzono wśród dzieci w wieku przedszkolnym – 3-6 lat (15 przypadków). Dane ilościowe przedstawiono na rycinie nr 2.

W zakresie prowadzonej analizy wyodrębniono przyczyny zgonu spowodowane śmiercią gwałtowną: wypadek, w tym komunikacyjny i wypadek inny niż komunikacyjny; zabójstwo; samobójstwo; zatrucie. Ponadto wyodrębniono zgony z przyczyn chorobowych, w tym w przebiegu zakażenia. Sześć przypadków dotyczyło innych przyczyn zgonów, takich jak: stan padaczkowy idiopatyczny (2 przypadki), wyniszczenie w przebiegu mózgowego porażenia dziecięcego (2 przypadki), niewydolność serca spowodowana kardiomiopatią przerostową (1 przypadek), niewydolność serca o nieustalonej etiologii (1 przypadek). W analizie uwzględniono także zgony o niejasnej przyczynie. Rozkład procentowy wyników przedstawiano w formie graficznej [Ryc. 3].



**Fig. 3. Percentage distribution of deaths among children and adolescents by cause of death**

**Ryc. 3. Procentowy rozkład zgonów dzieci i młodzieży z uwzględnieniem przyczyny zgonu**

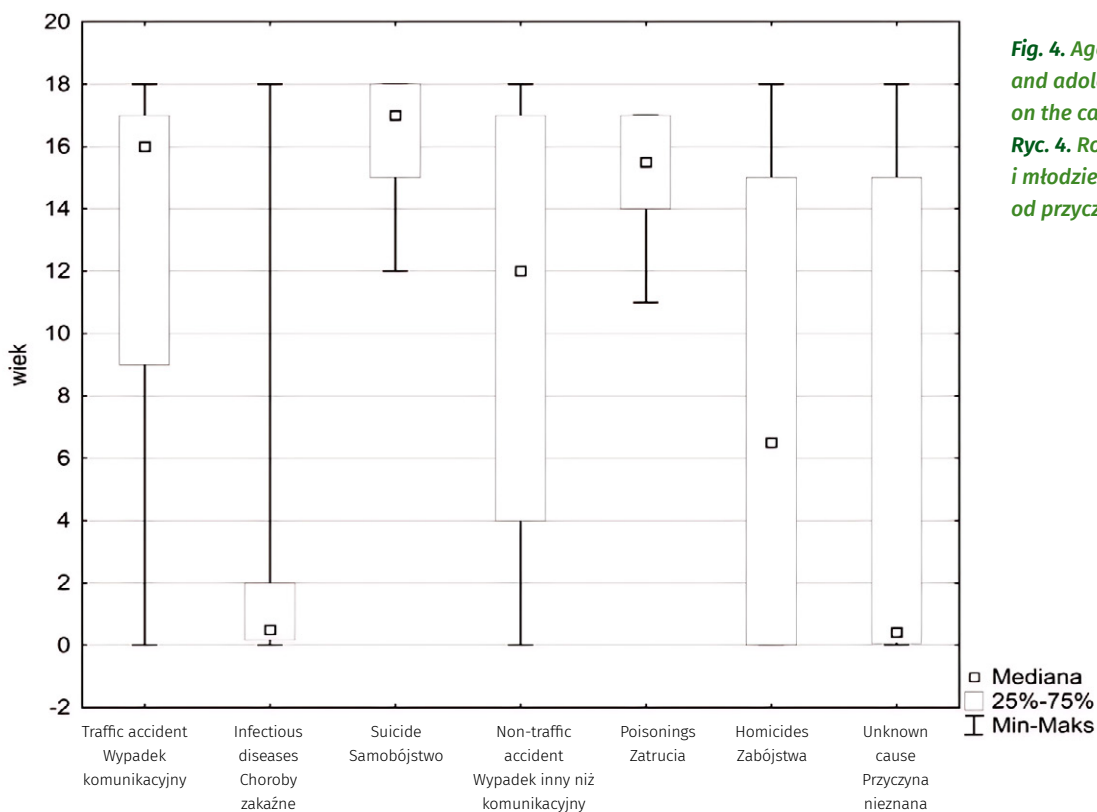
The analysis demonstrated statistically significant differences between age and cause of death ( $p < 0.05$ ). Among newborns and infants, infectious diseases were the predominant cause of death, whereas in older age groups an increase in trauma-related deaths was observed [Table 1]. In preschool- and school-aged children, traffic accidents and non-traffic accidents, such as drowning, electrocution, falls from height, and head injuries, were most common. In adolescence, deaths were predominantly caused by traffic accidents (75 cases) and suicides (56 cases). The lowest age of deceased individuals was recorded in cases related to infectious diseases, whereas the highest age was observed in the groups of suicides and poisonings [Fig. 4]. Deaths resulting from traffic accidents and non-traffic accidents occurred across various age groups. Deaths classified as homicides showed considerable variability with respect to age, involving both younger children and adolescents. A similar pattern was observed for deaths of undetermined cause.

Przeprowadzona analiza wykazała istotne statystycznie różnice pomiędzy wiekiem a przyczyną zgonu ( $p < 0,05$ ). Wśród noworodków i niemowląt dominującą przyczyną zgonu były choroby zakaźne, natomiast w starszych grupach wiekowych obserwowano wzrost liczby zgonów o charakterze urazowym [Tab. 1]. W wieku przedszkolnym i szkolnym przeważały wypadki komunikacyjne oraz wypadki inne niż komunikacyjne, tj. utonięcie, rażenie prądem, upadek z wysokości, obrażenia głowy. W okresie dorastania dominowały zgony spowodowane wypadkami komunikacyjnymi (75 przypadków) oraz samobójstwa (56 przypadków). Najniższy wiek zmarłych odnotowano w przypadkach zgonów związanych z chorobami zakaźnymi, natomiast najwyższy w grupach samobójstw i zatruć [Ryc. 4]. Zgony spowodowane wypadkami komunikacyjnymi oraz wypadkami innymi niż wypadki komunikacyjne występowały w różnych grupach wiekowych. Zgony zakwalifikowane jako zabójstwa charakteryzowały się znaczną zmiennością w odniesieniu do wieku, obejmując zarówno młodsze dzieci, jak i nastolatki. Podobną zależność zaobserwowano w przypadku zgonów o nieustalonej przyczynie.

Cause of death Przyczyna zgonu	Newborns Noworodki	Infants Wiek niemowlęcy	Toddlers Wiek poniemowlęcy	Preschool- aged children Wiek przedszkolny	School-aged children Wiek szkolny	Adolescents Wiek dorastania	Total Suma
Traffic accident Wypadek komunikacyjny	3	2	2	10	19	75	111
Infectious diseases Choroby zakaźne	17	11	8	0	5	3	44
Suicide Samobójstwo	-	-	-	-	2	56	58
Non-traffic accident Wypadek inny niż komunika- cyjny	2	9	7	5	19	48	90
Poisonings Zatrucia	0	0	0	0	1	4	5
Homicides Zabójstwa	2	0	1	0	2	3	8
Unknown cause Przyczyna nieznaną	6	1	0	0	1	3	11
Other cause Inna przyczyna	0	0	2	0	2	2	6

**Tab. 1. Distribution of deaths among children and adolescents by cause of death and age**

**Tab. 1. Podział zgonów dzieci i młodzieży z uwzględnieniem przyczyny zgonu i wieku**



In the years 2006–2024, the number of deaths among children ranged from 9 to 35 cases per year [Fig. 5]. The highest number of deaths was recorded in 2007 (35 cases), while the lowest numbers were observed in 2020 (9 cases) and 2011 (10 cases). The peak in 2007 should primarily be associated with the highest number of suicides among all analyzed years, as well as with a substantial number of fatal traffic accidents – 10 cases in each of these categories. In contrast, the decrease in the number of deaths among minors observed in 2020 should be associated with a long-term positive trend in the reduction of mortality in this age group, resulting from improvements in healthcare in Poland – primarily due to expanded opportunities for equitable access to resources that directly and indirectly influence health, supported by national and local ‘equal opportunity’ policies. In our study, the positive downward trend in the number of deaths observed between 2015 and 2020 was interrupted by an increase in violent deaths related to accidents, including traffic accidents, as well as suicides.

In the analyzed material, the highest number of fatal traffic accidents was recorded in 2006 and 2016 (11 cases each), while the lowest numbers were observed in 2008 and 2022 (2 cases each). Despite noticeable differences between individual years, injuries sustained in traffic accidents remained the most frequently observed cause of death throughout the entire study period. In the analyzed time period, deaths of children resulting from infectious and inflammatory diseases occurred relatively infrequently. The majority of cases were associated with pneumonia (37 deaths), most commonly interstitial pneumonia (33 cases). The remaining 4 deaths were due to bronchopneumonia. Single cases involved sepsis complicated by septic shock, Waterhouse-Friderichsen syndrome, and toxic shock caused by peritonitis.

The highest number of suicides was recorded in 2007 (10 cases). In contrast, in 2015–2016 no autopsies related to child suicide were performed at the Department of Forensic Medicine in Białystok. The predominant mechanism of suicide was hanging (36 cases). Other causes included carbon monoxide poisoning (5 cases), being struck by a train (5 cases), falls from height (3 cases), and poisoning (6 cases), including: a methemoglobin-forming substance (2 cases), tramadol (1 case), paracetamol (1 case), oxycodone (1 case), and clozapine (1 case). Single suicide cases were associated with self-immolation, gunshot injury to the head, and drowning.

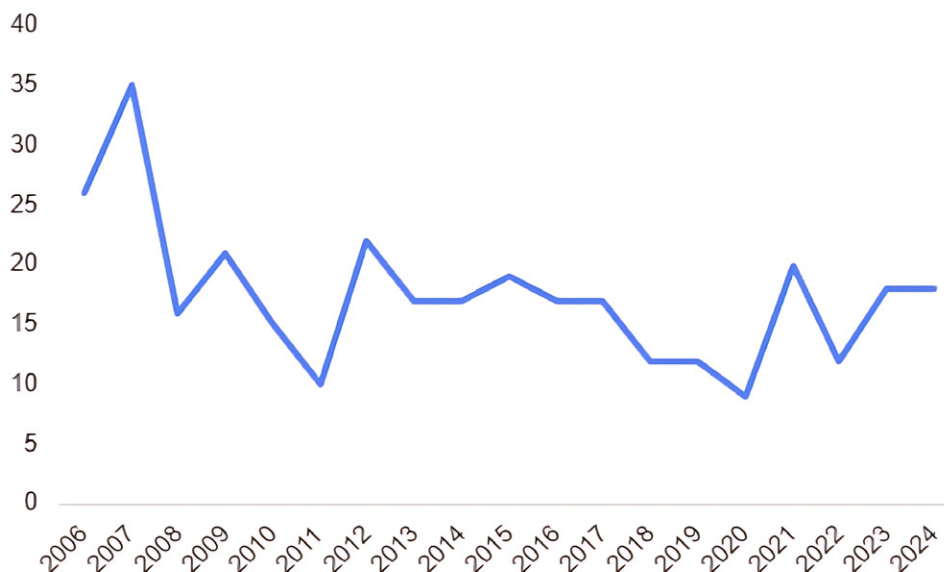
Accidental deaths not related to traffic incidents constituted a substantial portion of the analyzed material. The most frequently observed causes of death in this group included drowning (23 cases), falls from height (13 cases), carbon monoxide poisoning resulting from fire (13 cases), fatal head injuries (9 cases), multiple-organ injuries (8 cases), exertional arrhythmia (5 cases), and aspiration of food content or a foreign body (5 cases). Other, less common causes included falls onto a sharp object (2 cases), electrocution (2 cases), thermal injury

W latach 2006–2024 liczba zgonów dzieci zawierała się w zakresie od 9 do 35 przypadków rocznie [ryc. 5]. Najwięcej zgonów dzieci odnotowano w roku 2007 (35 przypadków) a najmniej w latach 2020 (9 przypadków) i 2011 (10 przypadków). Najwyższą liczbę zgonów w roku 2007 w pierwszej kolejności należy wiązać z największą liczbą samobójstw wśród wszystkich analizowanych lat, a także ze znaczną liczbą śmiertelnych wypadków komunikacyjnych – w obydwu kategoriach po 10 przypadków. Natomiast spadek liczby zgonów małoletnich w 2020 roku należy wiązać z pozytywnym wieloletnim trendem spadku zgonów tej grupie wiekowej w odpowiedzi na poprawę opieki zdrowotnej w Polsce, przede wszystkim w związku ze zwiększeniem możliwości równego dostępu do zasobów bezpośrednio i pośrednio wpływających na stan zdrowia, opartej na polityce „wyrównywania szans” i prowadzonej na poziomie krajowym i lokalnym. W naszych badaniach pozytywny trend spadku liczby zgonów w latach 2015–2020 został przerwany przez wzrost liczby zgonów gwałtownych związanych z wypadkami, w tym komunikacyjnymi oraz samobójstwami.

W badanym materiale najwięcej śmiertelnych wypadków komunikacyjnych stwierdzono w latach 2006 i 2016 (po 11 przypadków), natomiast najmniej w latach 2008 oraz 2022 (po 2 przypadki). Pomimo zauważalnych różnic pomiędzy poszczególnymi latami, urazy odniesione w wypadkach komunikacyjnych pozostawały najczęściej obserwowaną przyczyną zgonów w całym analizowanym okresie. W badanym przedziale czasowym zgony dzieci w przebiegu chorób zakaźnych i na tle zapalnym występowały relatywnie rzadko. Dominowały przypadki związane z zapaleniem płuc (37 zgonów), najczęściej o typie śródmiąższowego zapalenia płuc (33 przypadki). Pozostałe 4 zgony dotyczyły odoskrzelowego zapalenia płuc. Pojedyncze przypadki zgonów dotyczyły sepsy powikłanej wstrząsem septycznym, zespołu Waterhouse’a-Friderichsena oraz wstrząsu toksycznego wywołanego zapaleniem otrzewnej.

Najwięcej samobójstw zarejestrowano w 2007 roku (10 przypadków). Natomiast w latach 2015–2016 w ZMS w Białymstoku nie przeprowadzono sekcji zwłok związanej z samobójstwem dziecka. Dominującym mechanizmem zgonu z powodu samobójstwa było powieszenie – 36 przypadków. Inne przyczyny obejmowały: zatrucie tlenkiem węgla (5 przypadków), potrącenie przez pociąg (5 przypadków), upadek z wysokości (3 przypadki), zatrucie (6 przypadków), w tym: substancją methemoglobinotwórczą (2 przypadki), tramadolem (1 przypadek), paracetamolem (1 przypadek), oksykodonom (1 przypadek), klozapiną (1 przypadek). Pojedyncze przypadki samobójstw były związane z samospaleniem, postrzałem w głowę oraz utonięciem.

Zgony o charakterze wypadkowym, niebędące wynikiem wypadków komunikacyjnych, stanowiły istotną część analizowanego materiału. Do najczęściej obserwowanych przyczyn zgonu w tej grupie należały utonięcia (23 przypadki), upadki z wysokości (13 przypadków), zatrucie tlenkiem węgla w wyniku



**Fig. 5. Trends in mortality among children and adolescents in 2006–2024**

**Ryc. 5. Trend liczby zgonów dzieci i młodzieży w latach 2006–2024**

(2 cases), hypothermia (2 cases), mechanical asphyxia (2 cases), and excessive physical exertion combined with hyperthermia (1 case).

Homicide-related deaths were recorded in 2006, 2007, 2009, and 2010. The established causes of death included stab wounds (3 cases), mechanical asphyxia (2 cases), battered child syndrome (2 cases), and gunshot injury (1 case).

In one of the analyzed cases in which homicide was suspected, the advanced degree of decomposition made it impossible to determine the cause of death unequivocally, and examination of the preserved skeletal system did not reveal injuries that would objectively explain a traumatic cause of death.

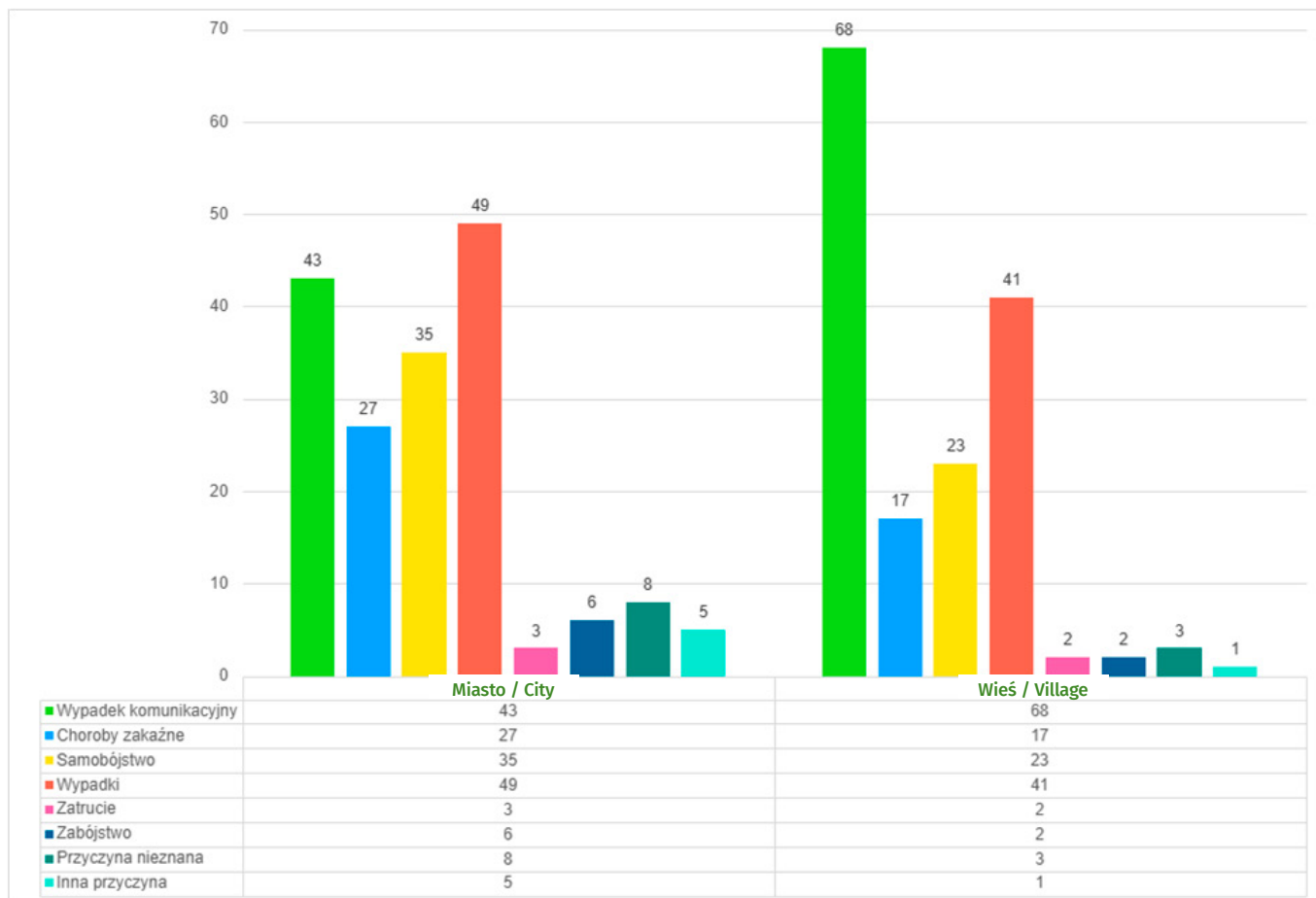
The analysis revealed a statistically significant difference in the causes of death among children depending on their place of residence ( $p < 0.01$ ). The presented chart [Fig. 6] illustrates the causes of death among children in the Podlaskie Voivodeship, categorized by place of residence – urban and rural areas. The causes of death included: traffic accidents, non-traffic accidents, infectious diseases, homicides, suicides, poisonings, other causes, and unknown causes. In this latter group, injuries and potential poisoning were excluded as the underlying cause of death, which, given the expectations of the authority requesting the postmortem examination, did not require further additional testing. In the case of newborns, even extending supplementary examinations to include microscopic analysis did not provide objective medical evidence allowing for an unequivocal determination of the primary cause of death underlying the cessation of circulation and respiration.

pożaru (13 przypadków), śmiertelne obrażenia głowy (9 przypadków), obrażenia wielonarządowe (8 przypadków), arytmia wysiłkowa (5 przypadków), zachłyśnięcie treścią pokarmową lub ciałem obcym (5 przypadków). Inne rzadsze przyczyny stanowiły upadek na ostry przedmiot (2 przypadki), rażenie prądem (2 przypadki), uraz termiczny (2 przypadki), hipotermia (2 przypadki), uduszenie gwałtowne (2 przypadki), nadmierne obciążenie fizyczne wraz z hipertermią (1 przypadek).

Zgony będące następstwem zabójstw odnotowano w latach 2006, 2007, 2009 oraz 2010. Ustalonymi przyczynami zgonu były: rany klute (3 przypadki), uduszenie gwałtowne (2 przypadki), zespół dziecka maltretowanego (2 przypadki) oraz postrzał (1 przypadek).

W jednej z analizowanych spraw, w której podejrzewano zabójstwo, ze względu na znaczny stopień rozkładu zwłok jednoznaczne określenie przyczyny zgonu nie było możliwe a ocena zachowanego układu kostno-szkieletowego nie wykazała obrażeń obiektywnie tłumaczących urazową przyczynę zgonu.

Analiza danych wykazała istotną statystycznie różnicę w przyczynach zgonów dzieci w zależności od miejsca zamieszkania ( $p < 0.01$ ). Na przedstawionym wykresie [Ryc.6] uwidoczniło przyczyny zgonów dzieci na terenie województwa podlaskiego z podziałem na miejsce zamieszkania – miasto i wieś. Przyczyny zgonów obejmowały: wypadki komunikacyjne, wypadki inne niż komunikacyjne, choroby zakaźne, zabójstwa, samobójstwa, zatrucia, przyczyny inne oraz przyczyny nieznanne. W tej ostatniej grupie wykluczono urazy i ewentualne zatrucie jako potencjalną wyjściową przyczynę zgonu, co z punktu widzenia zleceniodawcy badania pośmiertnego nie wymagało już kolejnych dalszych badań dodatkowych, a w przypadku noworodków



Wypadek komunikacyjny / Traffic accident  
 Choroby zakaźne / Infectious diseases  
 Samobójstwo / Suicide  
 Wypadek inny niż komunikacyjny / Non-traffic accident  
 Zatrucia / Poisonings  
 Zabójstwa / Homicides  
 Przyczyna nieznana / Unknown cause  
 Inna przyczyna / Other cause

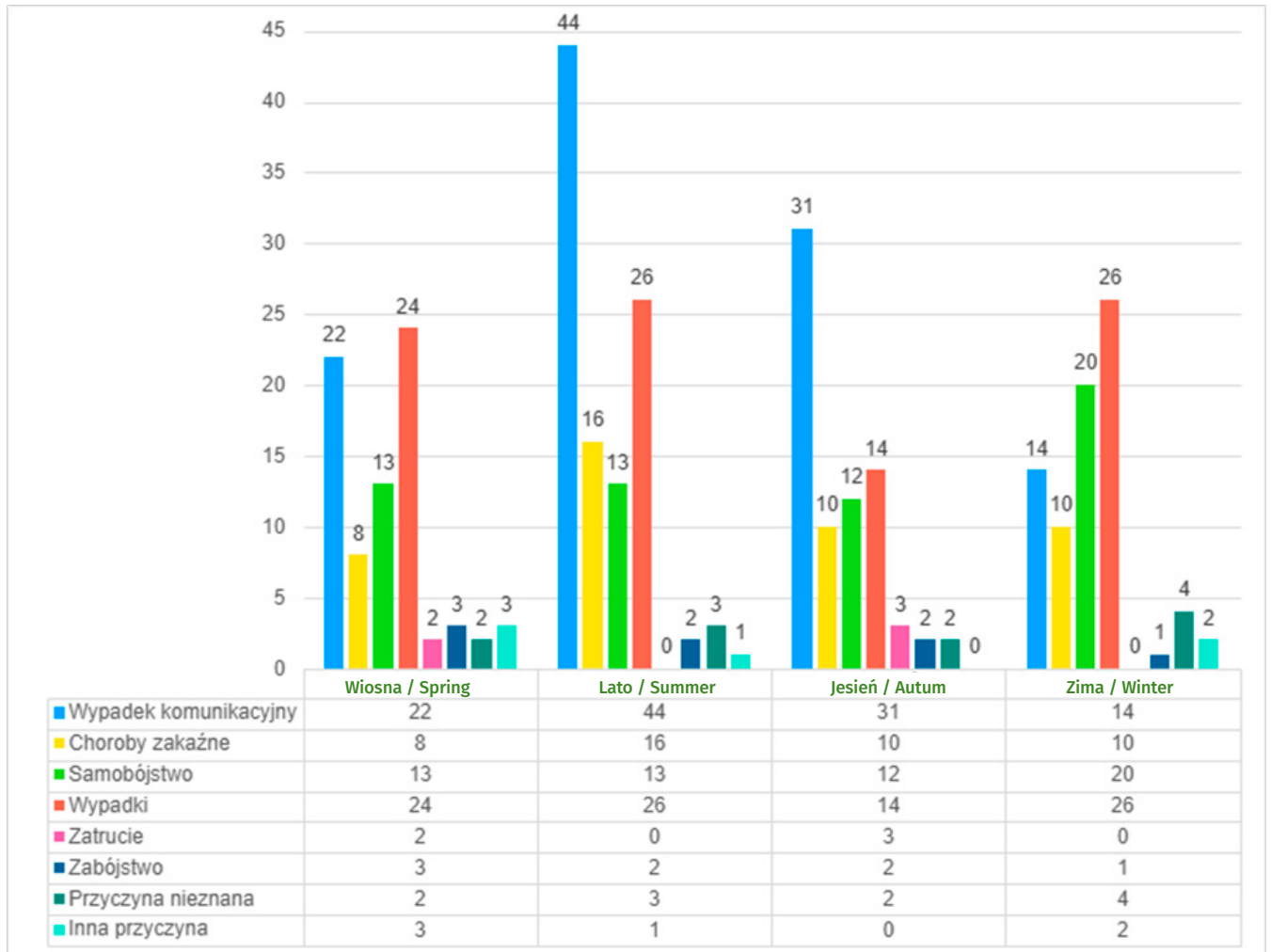
**Fig. 6. Causes of death among children and adolescents distributed by place of residence**

**Ryc. 6. Przyczyny zgonu dzieci i młodzieży z podziałem na miejsce zamieszkania**

In urban areas, the most common cause of death among children were non-traffic accidents, accounting for 29% of all cases, with drowning (19 cases), fire-related deaths (8 cases), and falls from height (6 cases) being the predominant mechanisms. In rural areas, the leading cause of death was traffic accidents, comprising 43.3% of all cases. In contrast, the highest number of suicides occurred in urban areas, where 60% of all suicide cases were recorded. Homicides of children were also more frequent in urban settings – 6 out of the 8 total cases took place in cities.

nawet poszerzenie badań dodatkowych o badania mikroskopowe nie pozwoliło na uzyskanie obiektywnych dowodów medycznych pozwalających na jednoznaczne ustalenie wyjściowej przyczyny zgonu leżących u podstaw zatrzymania krążenia i oddychania.

W środowisku miejskim najczęstszą przyczyną zgonów dzieci były wypadki inne niż komunikacyjne, stanowiące 29% wszystkich przypadków, z czego jako dominujące należy wskazać: utonięcie (19 przypadków), zgon w wyniku pożaru (8 przypadków) oraz upadek z wysokości (6 przypadków). W środowisku wiejskim dominującą przyczyną zgonów były wypadki komunikacyjne, obejmujące 43,3% wszystkich przypadków. Natomiast do największej liczby samobójstw dochodziło w miastach, gdzie odnotowano 60% wszystkich przypadków samobójstw. Zabójstwa dzieci w środowisku miejskim również występowały częściej – 6 spośród 8 wszystkich przypadków miało miejsce w mieście.

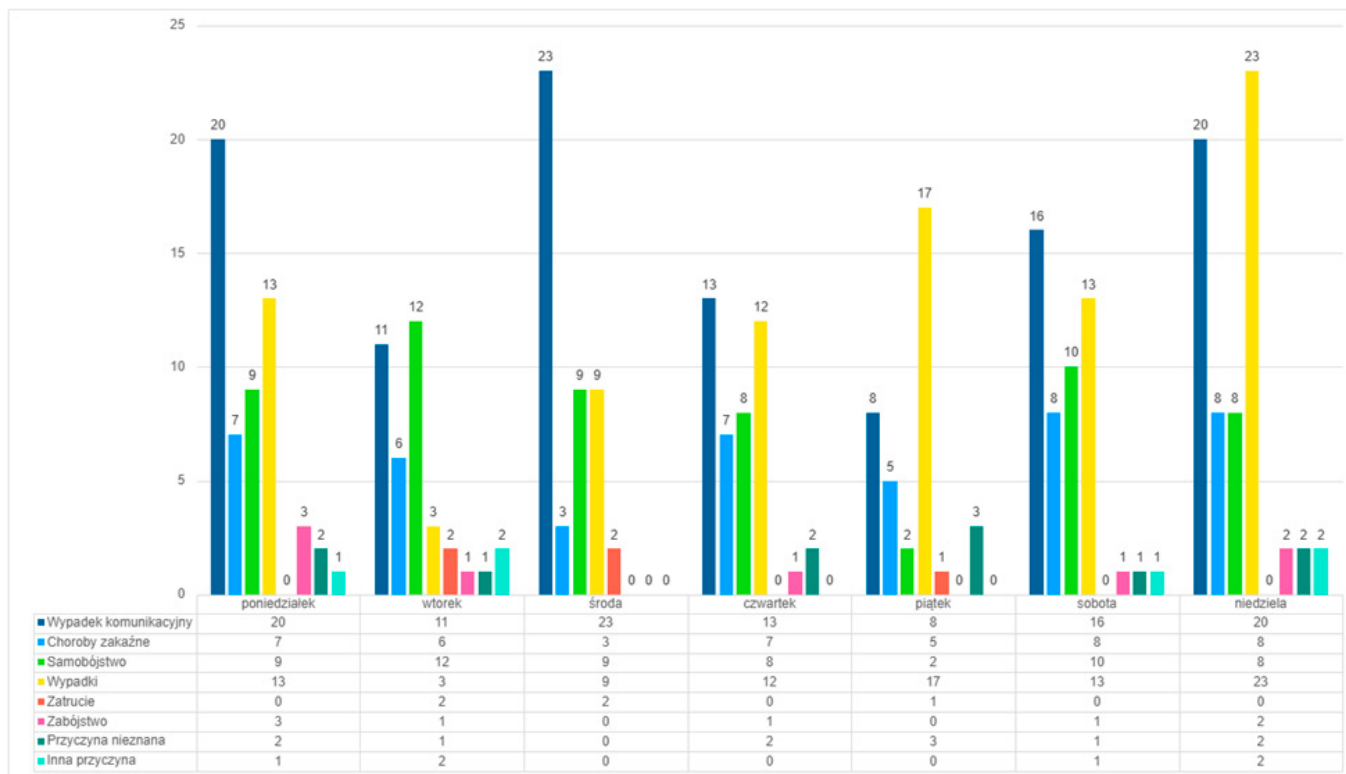


Wypadek komunikacyjny / Traffic accident  
Choroby zakaźne / Infectious diseases  
Samobójstwo / Suicide  
Wypadek inny niż komunikacyjny / Non-traffic accident  
Zatrucia / Poisonings  
Zabójstwa / Homicides  
Przyczyna nieznaną / Unknown cause  
Inna przyczyna / Other cause

**Fig. 7. Causes of death among children and adolescents by season**  
**Ryc. 7. Przyczyny zgonu dzieci i młodzieży z podziałem na porę roku**

The analysis of seasonality revealed that the highest number of deaths occurred during the summer months, accounting for 31.5% of all cases [Fig. 7]. In spring, the greatest variability in causes of death was observed, with non-traffic accidents being the predominant category (24 cases). In summer, deaths caused by traffic accidents prevailed (44 cases), representing the highest value among all analyzed seasons. In autumn, the largest number of deaths was also attributed to traffic accidents (31 cases), and this season showed the highest number of poisonings (3 cases). In winter, the leading causes of death were non-traffic accidents (26 cases) and suicides (20 cases). During winter months, falls from height and carbon monoxide poisonings occurred more frequently.

Analiza sezonowości wypadków wykazała, że najwięcej zgonów odnotowano w okresie letnim – 31,5% wszystkich przypadków [Ryc. 7]. W okresie wiosennym odnotowano największe zróżnicowanie przyczyn zgonów. Dominującą kategorię stanowiły zgony w wyniku wypadków innych niż komunikacyjne (24 przypadki). W sezonie letnim przeważały zgony spowodowane wypadkami komunikacyjnymi (44 przypadki), co stanowi najwyższą wartość wśród wszystkich analizowanych pór roku. Najwięcej zgonów jesienią odnotowano w wyniku wypadków komunikacyjnych (31 przypadków). O tej porze roku zaobserwowano również największą liczbę zatruc (3 przypadki). W okresie zimowym dominowały zgony spowodowane wypadkami innymi niż komunikacyjne (26 przypadków) oraz samobójstwami (20 przypadków). Zimą częściej dochodziło do upadków z wysokości czy zatruc tlenkiem węgla.



Wypadek komunikacyjny / Traffic accident  
 Choroby zakaźne / Infectious diseases  
 Samobójstwo / Suicide  
 Wypadek inny niż komunikacyjny / Non-traffic accident  
 Zatrucia / Poisonings  
 Zabójstwa / Homicides  
 Przyczyna nieznaną / Unknown cause  
 Inna przyczyna / Other cause

**Fig. 8. Causes of death among children and adolescents by day of the week**  
**Ryc. 8. Przyczyny zgonu dzieci i młodzieży z podziałem na dzień tygodnia**

The analysis of deaths among children and adolescents by day of the week revealed significant variation in the structure of causes of death [Fig. 8]. From Monday to Thursday, as well as on Saturday, traffic accidents were the predominant cause. In contrast, on Fridays and Sundays, non-traffic accidents, often associated with recreational activities and risk-taking behaviors, were the leading causes of death.

Analiza liczby zgonów dzieci i młodzieży w zależności od dnia tygodnia wykazała istotne zróżnicowanie struktury przyczyn zgonu [Ryc. 8]. Od poniedziałku do czwartku oraz w sobotę dominowały wypadki komunikacyjne. Natomiast w piątek i w niedzielę dominowały wypadki inne niż komunikacyjne, związane z aktywnością rekreacyjną oraz ryzykownymi zachowaniami.

**Discussion**

The retrospective analysis of deaths among children and adolescents up to 18 years of age, based on autopsy material from the Department of Forensic Medicine of the Medical University in the years 2006–2024, revealed a diverse structure of causes of death, with traumatic causes being predominant. These findings are consistent with observations from other national and international centers, which indicate a gradual shift in the mortality structure of minors toward non-disease-related causes [12,21,22,23]. In developed countries, including Poland,

**Dyskusja**

Przeprowadzona analiza retrospektywna przypadków zgonów dzieci i młodzieży do 18 roku życia w materiale sekcyjnym Zakładu Medycyny Sądowej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku w latach 2006-2024 ujawniła zróżnicowaną strukturę przyczyn śmierci, w której dominowały przyczyny zgonów o charakterze urazowym. Wyniki te są zbieżne z obserwacjami z innych ośrodków krajowych i zagranicznych, które wskazują na stopniowe przesunięcie struktury umieralności małoletnich w kierunku przyczyn innych niż chorobowe [12, 21, 22, 23].

causes of death related to infectious diseases and congenital anomalies are increasingly being replaced by traumatic causes, among which, besides traffic and other accidental injuries, the number of deaths associated with self-destructive behaviors is also rising [24,25,26]. In the analyzed material, the largest group of deceased individuals consisted of those aged 13-17 years, which is consistent with epidemiological data indicating that adolescence is associated with a substantial increase in the risk of violent death [27,28]. Among adolescents, impulsive, risky, or poorly considered behaviors are observed more frequently, and when combined with risk factors such as alcohol, drugs, or dangerous behaviors in road traffic, this results in a higher number of deaths caused by traffic accidents and suicides compared with younger children [27, 28, 29]. The observed predominance of deaths among boys, although not statistically significant in our study, is a phenomenon described in the literature, including reports from Poland and Central and Eastern Europe [26, 30]. Boys more frequently engage in high-risk activities and display a greater tendency toward impulsive and risky behaviors, which may explain the observed disproportion in the number of deaths among males. The differences between urban and rural environments proved to be statistically significant. Traffic accidents predominated in rural areas, which is consistent with previous observations indicating poorer road infrastructure, greater distances to medical facilities, and more frequent involvement of children in road traffic as passengers or pedestrians [17, 31]. In urban environments, a higher proportion of deaths resulted from suicides and accidental events, which may be associated with intensified psychosocial factors such as school-related stress, social isolation, or easier access to means enabling self-harm [32, 33].

The seasonality of deaths, with a clear increase in cases during the summer months, is a phenomenon confirmed in other epidemiological analyses [34, 35]. W miesiącach letnich obserwuje się wzrost aktywności fizycznej dzieci, częstsze podróże i kontakt z otwartymi zbiornikami wodnymi, co sprzyja wypadkom, utonięciom oraz urazom komunikacyjnym [36]. In winter, an increase in deaths related to infectious diseases and poisonings, particularly carbon monoxide poisoning, was observed, reflecting the influence of seasonal environmental conditions [34, 37]. The analysis of deaths in relation to the days of the week showed a higher frequency of cases during weekends, especially on Sundays. This is consistent with observations by other authors indicating that days free from school are associated with increased activity of children and adolescents outside the home, and consequently with a higher risk of injuries [29, 38]. This phenomenon is particularly evident among teenagers, for whom risky behaviors, including experimentation with psychoactive substances, occur most frequently on weekends [29].

The obtained results indicate the need for a multidirectional approach to the prevention of child deaths. Such measures

W krajach rozwiniętych, w tym w Polsce, przyczyny zgonów związane z chorobami zakaźnymi i wadami wrodzonymi ustępują miejsca urazowym przyczynom zgonów, wśród których, oprócz wypadków komunikacyjnych i innych wypadków, wzrasta także liczba zgonów związanych z zachowaniami autodestrukcyjnymi [24, 25, 26]. W badanym materiale najliczniejszą grupę zmarłych stanowiły osoby w wieku 13-17 lat, co jest zgodne z danymi epidemiologicznymi wskazującymi, iż okres dorastania wiąże się z istotnym wzrostem ryzyka zgonu o charakterze gwałtownym [27, 28]. U młodzieży częściej obserwuje się zachowania impulsywne, ryzykowne, czy też nieprzemysłane, co przy współdziałaniu czynników ryzyka, takich jak alkohol, narkotyki czy niebezpieczne zachowania w ruchu drogowym, przedkłada się na większą liczbę zgonów spowodowanych wypadkami komunikacyjnymi oraz samobójstwami, niż u dzieci w młodszym wieku [27, 28, 29]. Zaobserwowana w analizie przewaga zgonów wśród chłopców, pomimo iż w naszym badaniu nie była istotna statystycznie, jest zjawiskiem opisywanym w literaturze, w tym w Polsce i Europie Środkowo-Wschodniej [26, 30]. Chłopcy częściej uczestniczą w aktywnościach o wyższym stopniu ryzyka oraz wykazują większą skłonność do zachowań impulsywnych i ryzykownych, co może tłumaczyć obserwowaną dysproporcję w liczbie zgonów płci męskiej. Różnice między środowiskiem miejskim a wiejskim okazały się istotne statystycznie. Wypadki komunikacyjne dominowały na terenach wiejskich, co potwierdza wcześniejsze obserwacje dotyczące gorszej infrastruktury drogowej, większych odległości do ośrodków medycznych oraz częstszego uczestnictwa dzieci w ruchu drogowym jako pasażerowie lub piesi [17, 31]. Z kolei w środowisku miejskim większy odsetek stanowiły samobójstwa i wypadki losowe, co można wiązać z nasileniem czynników psychospołecznych, takich jak stres szkolny, izolacja społeczna czy łatwiejszy dostęp do środków umożliwiających dokonanie samouszkodzenia [32, 33]. Sezonowość zgonów, z wyraźnym wzrostem liczby przypadków w okresie letnim, jest zjawiskiem potwierdzanym w innych analizach epidemiologicznych [34, 35]. W miesiącach letnich obserwuje się wzrost aktywności fizycznej dzieci, częstsze podróże i kontakt z otwartymi zbiornikami wodnymi, co sprzyja wypadkom, utonięciom oraz urazom komunikacyjnym [36]. Z kolei zimą zauważalny jest wzrost zgonów związanych z chorobami infekcyjnymi i zatruciami, zwłaszcza tlenkiem węgla, co odzwierciedla wpływ sezonowych warunków środowiskowych [34, 37]. Analiza zgonów w kontekście dni tygodnia wykazała zwiększoną częstość przypadków w weekendy, szczególnie w niedziele. Jest to zgodne z obserwacjami innych autorów, wskazującymi, że dni wolne od szkoły wiążą się z większą aktywnością dzieci i młodzieży w środowisku pozadomowym, a tym samym z większym ryzykiem urazów [29, 38]. Zjawisko to jest szczególnie widoczne w grupie nastolatków, u których zachowania ryzykowne, w tym eksperymentowanie z substancjami psychoaktywnymi, jest najczęstsze w weekendy [29].

Uzyskane wyniki wskazują na konieczność wielokierunkowego podejścia do prewencji zgonów dzieci. Działania te powinny

should include improving road-traffic safety, monitoring compliance with regulations concerning the transport of children, as well as developing early psychological intervention programs and health education initiatives for adolescents [39, 40]. It is also essential to increase the availability of psychiatric and psychological care for children and teenagers, particularly in smaller towns, where the number of specialists is limited [40]. From the perspective of forensic medicine, the findings confirm the importance of autopsy material as a source of reliable epidemiological data, especially in cases of sudden and unexpected deaths of children. These data not only form the basis for scientific analyses but also serve as an important tool supporting preventive actions in the field of public health [19, 41, 42]. The conclusions drawn from this analysis may contribute to the development of more effective strategies for preventing deaths among children and adolescents at the regional level.

## Conclusions

1. In the years 2006-2024, the main causes of death among children and adolescents up to 18 years of age in the Podlaskie Voivodeship were accidents, including traffic accidents, as well as suicides.
2. The highest mortality was recorded among individuals over 13 years of age.
3. Sex did not have a significant impact on the structure of causes of death.
4. In rural areas, traffic accidents occurred more frequently, whereas in urban areas non-traffic accidents were more common.
5. In the summer period, deaths resulting from accidents, including traffic accidents, predominated, whereas in winter deaths due to non-traffic accidents and suicides were more common.
6. The highest number of deaths was recorded on weekends, particularly on Sundays.
7. The results indicate the need for preventive measures that take into account age, place of residence, seasonality, and day of the week.

obejmować zarówno poprawę bezpieczeństwa w ruchu drogowym, nadzór nad przestrzeganiem przepisów dotyczących przewozu dzieci, jak i rozwój programów wczesnej interwencji psychologicznej oraz edukacji zdrowotnej wśród młodzieży [39, 40]. Niezbędne jest również zwiększenie dostępności opieki psychiatrycznej i psychologicznej dla dzieci i nastolatków, zwłaszcza w mniejszych miejscowościach, gdzie liczba specjalistów jest ograniczona [40]. Z perspektywy medycyny sądowej uzyskane wyniki potwierdzają znaczenie materiału sekcyjnego jako źródła wiarygodnych danych epidemiologicznych, szczególnie w przypadkach nagłych i nieoczekiwanych zgonów dzieci. Dane te stanowią nie tylko podstawę do analiz naukowych, lecz są także ważnym narzędziem wspomagającym działania profilaktyczne w zakresie zdrowia publicznego [19, 41, 42]. Wnioski płynące z niniejszej analizy mogą przyczynić się do opracowania skuteczniejszych strategii zapobiegania zgonom dzieci i młodzieży w skali regionalnej.

## Wnioski

1. W latach 2006-2024 głównymi przyczynami zgonów dzieci i młodzieży do 18 roku życia w województwie podlaskim były wypadki, w tym komunikacyjne, a także samobójstwa.
2. Najwyższą śmiertelność odnotowano powyżej 13 roku życia.
3. Płeć nie miała istotnego wpływu na strukturę przyczyn zgonów.
4. Na terenach wiejskich częściej występowały wypadki komunikacyjne, natomiast w miastach wypadki inne niż komunikacyjne.
5. W okresie letnim dominowały zgony w wyniku wypadków, w tym komunikacyjnych a zimą zgony z powodu wypadków innych niż komunikacyjne oraz samobójstwa.
6. Najwięcej zgonów odnotowano w weekendy, szczególnie w niedziele.
7. Wyniki wskazują na potrzebę działań profilaktycznych uwzględniających wiek, miejsce zamieszkania, sezonowość i dzień tygodnia.

## References | Piśmiennictwo

1. Cunningham RM, Walton MA, Carter PM. The Major Causes of Death in Children and Adolescents in the United States. *N Engl J Med*. 2018;379:2468-2475.
2. Pries AM, van der Gugten AC, Moll HA, Klein WM, Fuijkschot J, Puiman PJ. Postmortem diagnostics in sudden unexpected death in infants and children: use and utility. *Eur J Pediatr*. 2025;184:223.
3. Goldstein RD, Blair PS, Sens MA, Shapiro-Mendoza CK, Krous HF, Rognum TO. Inconsistent classification of unexplained sudden deaths in infants and children hinders surveillance, prevention and research: recommendations from The 3rd International Congress on Sudden Infant and Child Death. *Forensic Sci Med Pathol*. 2019;15:622-628.
4. Rahman A, Peden A, Ashraf L, Ryan D, Bhuiyan A, Beerman S. Drowning: Global Burden, Risk Factors, and Prevention Strategies. *Oxford Res Encycl Global Public Health*. 2021.
5. United Nations. Sustainable Development Goals Report 2023. New York: UN; 2023.
6. World Health Organization. Number of deaths.
7. Główny Urząd Statystyczny. Report SDG 2024. Children in the context of sustainable development. Warszawa: GUS; 2024.
8. Mazur A, et al. Zmiany w strukturze przyczyn zgonów dzieci w Polsce w latach 1990–2020. *Pediatrics Pol*. 2022;97:321-329.
9. Bogusz J, Paradowska-Stankiewicz I. Measles in Poland in 2021. *Przegl Epidemiol*. 2024;77:496-503.
10. El-Gibaly O, Elela MGMA, Rizk YFA, Mahmoud SHH. Improving medical certification of cause of death in Assiut University Children Hospital: an intervention study. *BMC Health Serv Res*. 2024;24:1506.
11. Boruta O, Wojarska M, Suchcicka J, Ziobro L, Shtohryn K, Konopka T. Analysis of the causes of death in children under one year of age in the material of the Department of Forensic Medicine at the Jagiellonian University Medical College in Kraków, with particular emphasis on the issue of SIDS. *Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii*. 2025;75(3):210-224.
12. Genowska A, Polak M, Szafraniec K. Uwarunkowania umieralności dzieci w Polsce na tle krajów Unii Europejskiej: część II. *Med Ogólna Nauki Zdrow*. 2017;23:25-33.
13. Lowell G, Quinlan K, Moon R. Sleep-Related Infant Death. *Pediatr Clin North Am*. 2025;72:1063-1077.
14. Manfredini M, Perrone S, Ardenghi A, Lavezzi AM, Beretta V, Scarpa E. The Changing Epidemiology of Sudden Infant Death Syndrome: A 15-Year Overview Comparing Italian and European Data. *Health Sci Rep*. 2025;8:e70599.
15. Wolff SL, Christiansen CF, Nielsen MK, Johnsen SP, Schroeder H, Neergaard MA. Predictors for place of death among children: A systematic review and meta-analyses of recent literature. *Eur J Pediatr*. 2020;179:1227-1238.
16. Nyári TA, McNally R. Seasonal variation in childhood mortality. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2020;33:4055-4061.
17. Sarosiek W, Sarosiek G, Cwalina U, Ptaszyńska-Sarosiek I, Niemcunowicz-Janica A, Szeremeta M. Analysis of the causes and circumstances of death in child traffic accident victims based on autopsy material from the Department of Forensic Medicine in Białystok between 2002 and 2021. *Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii*. 2025;75(3):199-209.
18. Byard RW. Sudden and Unexpected Death in Infancy and Childhood. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press; 2021.
19. Aquila I, Di Nunzio C, Madea B, et al. Unexplained and unexpected pediatric deaths: medico-legal perspectives and diagnostic challenges. *Forensic Sci Med Pathol*. 2023;19:183-196.
20. GBD 2019 Adolescent Mortality Collaborators. Global, regional, and national mortality among young people aged 10-24 years, 1950-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2021;398:1593-1618.
21. Pellegrino F, Raffaldi I, Rossi R, De Vito B, Pagano M, Garelli D. Epidemiology, clinical aspects, and management of pediatric drowning. *Ital J Pediatr*. 2023;49:74.
22. Xie J, Hong Y, Yang J, Yan Y, Fei S. Retrospective analysis of mortality among children under 5 years of age in Huangshi over the period 2002-2022, China. *BMC Public Health*. 2024;24:1431.
23. Wei W, Lyu W, Zhang Y. Global patterns and health impact of unintentional injuries among children and adolescents, 1990-2021. *Front Public Health*. 2025;13:1626739.
24. Chang Q, Shi Y, Yao S, Ban X, Cai Z. Prevalence of Suicidal Ideation, Suicide Plans, and Suicide Attempts Among Children and Adolescents Under 18 years of Age in Mainland China: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Trauma Violence Abuse*. 2024;25:2090-2102.
25. Geoffroy MC, Bouchard S, Per M, Khoury B, Chartrand E. Prevalence of suicidal ideation and self-harm behaviours in children aged 12 years and younger: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Psychiatry*. 2022;9:703-714.
26. Hucko A, Weigel R, Nizamov F, Black M. Child and adolescent mortality in the WHO European Region: Concerning trends requiring urgent action. *Public Health Pract (Oxf)*. 2025;10:100668.
27. Mazur J, Małkowska-Szcutnik A, Gajewski J. Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) Poland 2022 Report. Warszawa: Instytut Matki i Dziecka; 2023.

28. Diogu MI, Lee SC, Del Pozo-Banos M, Rouquette OY, John A. Risk of suicide following school persistent absence and exclusion: an electronic cohort study in Wales, UK 2012-2019. *J Affect Disord.* 2025;385:119394.
29. Johnston LD, O'Malley PM, Bachman JG, Schulenberg JE. *Monitoring the Future: National Survey Results on Drug Use 1975-2023.* Ann Arbor: Institute for Social Research, University of Michigan; 2024.
30. Chao F, Masquelier B, You D, Hug L, Liu Y. Sex differences in mortality among children, adolescents, and young people aged 0-24 years: a systematic assessment of national, regional, and global trends from 1990 to 2021. *Lancet Glob Health.* 2023;11:e1519-e1530.
31. Koh S, Kenji D, Franklin R. The impact of rurality on child road traffic death in high-income countries. *Aust J Rural Health.* 2023;31:408-416.
32. Hua LL, Lee J, Rahmandar MH, Sigel EJ. Suicide and Suicide Risk in Adolescents. *Pediatrics.* 2024;153:e2023064800.
33. Viner RM, Gireesh A, Stiglic N, Hudson LD. Roles of cyberbullying, sleep, and physical activity in mediating the effects of social media use on mental health and wellbeing among young people in England: a secondary analysis of longitudinal data. *Lancet Child Adolesc Health.* 2019;3:685-696.
34. Główny Urząd Statystyczny (GUS). *Zgony według przyczyn i wieku – Rocznik Demograficzny 2022.* Warszawa: GUS; 2022.
35. Urfi Z, Nyári TA, Lantos T. Trends in childhood mortality from external causes of death in Hungary between 2000 and 2022: a retrospective cohort study of the nationwide population register data. *BMJ Open.* 2025;15:e099074.
36. Tyr A, Molander E, Bäckström B, Claesson A. Unintentional drowning fatalities in Sweden between 2002 and 2021. *BMC Public Health.* 2024;24:3185.
37. Maleki F, Khoshnazar Z, Noohi A, Taherian MR. Latent Trajectories and Regional Differences in Carbon Monoxide Mortality Across Provinces of Iran. *Arch Iran Med.* 2025;28:432-442.
38. Huang W, Hu S, Wang C, Xiao J. Analysis of Pediatric Maxillofacial Fractures: A 10-year Retrospective Study. *J Craniofac Surg.* 2023;34:448-453.
39. Ministerstwo Zdrowia. *Narodowy Program Zdrowia 2021-2025 – Priorytety i działania w zakresie zdrowia dzieci i młodzieży.* Warszawa: MZ; 2021.
40. WHO Regional Office for Europe. *Child and Adolescent Mental Health in Europe: Current Situation and Future Directions.* Copenhagen: WHO Europe; 2023.
41. Edwards H, Rizzo S, De Biasi S, et al. Forensic post-mortem imaging in children: current applications and future perspectives. *Clin Radiol.* 2023;78:27-36.
42. Szczepański M, Skowronek R, Sarecka-Hujar B, Kopyta I. Sądowo-lekarska analiza przypadków dzieci zmarłych nagle z powodu nierozpoznanego za życia zapalenia płuc. *Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii.* 2022;72(4):165-182.

**Date:**

date of submission | data nadesłania: **18.12.2025**  
 acceptance date | data akceptacji: **19.02.2026**

**Corresponding author:**

Dr hab. n. med. Michał Szeremeta  
 e-mail: michalszeremeta@gmail.com

**ORCID:**

Michał Szeremeta: 0000-0001-5845-0053  
 Anna Niemcunowicz-Janica: 0000-0003-2807-8312