

## Związek pomiędzy stężeniem pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub>, a liczbą świeżych zachorowań na cukrzycę typu 1 u dzieci i młodzieży w województwie pomorskim

### The relation between concentration of particulate matter PM<sub>10</sub> and the number of new cases of type 1 diabetes mellitus in children and adolescents in the Pomeranian Voivodeship

Małgorzata Michalska<sup>1 (a, b)</sup>, Maria Bartoszewicz<sup>1 (a, c)</sup>, Piotr Wąż<sup>2 (d)</sup>,  
Katarzyna Korzeniowska<sup>3 (c)</sup>, Małgorzata Myśliwiec<sup>3 (e)</sup>, Katarzyna Zorena<sup>1 (a, e)</sup>

<sup>1</sup> Zakład Immunobiologii i Mikrobiologii Środowiska, Wydział Nauk o Zdrowiu, Gdański Uniwersytet Medyczny.  
Kierownik: prof. dr hab. med. K. Zorena

<sup>2</sup> Zakład Medycyny Nuklearnej, Wydział Nauk o Zdrowiu, Gdański Uniwersytet Medyczny.  
Kierownik: prof. dr hab. med. P. Lass

<sup>3</sup> Katedra i Klinika Pediatrii, Diabetologii i Endokrynologii, Wydział Lekarski, Gdański Uniwersytet Medyczny.  
Kierownik: prof. dr hab. med. M. Myśliwiec

<sup>(a)</sup> koncepcja

<sup>(b)</sup> opracowanie tekstu i piśmiennictwa

<sup>(c)</sup> zebranie danych

<sup>(d)</sup> statystyka

<sup>(e)</sup> nadzór merytoryczny

#### STRESZCZENIE

**Cel pracy.** Celem pracy było zbadanie zależności pomiędzy stężeniem pyłu zawieszonego (PM<sub>10</sub>) w powietrzu atmosferycznym a liczbą świeżych zachorowań na cukrzycę T1DM u dzieci i młodzieży w województwie pomorskim.

**Materiał i metody.** Dane epidemiologiczne, dotyczące liczby zachorowań na cukrzycę T1DM, otrzymano z Katedry i Kliniki Pediatrii, Diabetologii i Endokrynologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego. Liczbę urodzeń w 2015 i 2016 roku w województwie pomorskim, odczytano z roczników statystycznych GUS. Dane dotyczące pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub> w województwie pomorskim, uzyskano z raportu i rocznych ocen jakości powietrza opracowanych przez WIOŚ w Gdańsku. Oceny statystycznej wyników dokonano za pomocą programu R: A language and environment for statistical computing.

**Wyniki.** W województwie pomorskim wykazano, że średnie roczne stężenie PM<sub>10</sub> wynosi 22,45 µg/m<sup>3</sup> i jest wyższe niż średnie roczne stężenie dopuszczalne przez Światową Organizację Zdrowia (WHO). Ponadto wykryto wyższe średniodobowe stężenie PM<sub>10</sub> (91,63 µg/m<sup>3</sup>) w porównaniu ze średniodobowym dopuszczalnym stężeniem PM<sub>10</sub> zarówno przez Unię Europejską (UE) jak też WHO (50,00 µg/m<sup>3</sup>). Regresja liniowa wykazała zależność pomiędzy średniorocznym stężeniem pyłu PM<sub>10</sub> a liczbą nowych zachorowań na T1DM w województwie pomor-

skim w 2015 ( $\beta=1,418$ ,  $p<0,001$ ) oraz w 2016 roku ( $\beta=2,396$ ,  $p<0,001$ ).

**Wnioski.** Wyniki naszych badań wykazały na istnienie zależności pomiędzy liczbą świeżych zachorowań na T1DM, a średnim rocznym stężeniem pyłów PM<sub>10</sub> w powietrzu atmosferycznym w województwie pomorskim.

**Słowa kluczowe:** zachorowalność na cukrzycę typu 1, dzieci, PM<sub>10</sub>, woj. pomorskie

#### ABSTRACT

**Introduction.** The aim of the study was to investigate the relation between the concentration of PM<sub>10</sub> in air and the number of new cases of T1DM in children and adolescents in the Pomeranian Voivodeship in years 2015–2016.

**Materials and methods.** Data PM<sub>10</sub> in the Pomeranian Voivodeship was obtained from the report of air quality prepared by the Voivodeship Inspectorate of Environmental Protection in Gdańsk. Epidemiological data on the number of new cases of T1DM was obtained from the Department of Pediatric Diabetology and Endocrinology of the Medical University of Gdansk. The number of births in 2015–2016 in the Pomeranian Voivodeship was acquired from the statistical yearbook by the GUS. Statistical analysis of the results was performed with use of

the R software: A Language and Environment for Statistical Computing.

**Results.** In the Pomeranian Voivodship it was shown that the average annual PM10 dust concentration is higher than the annual average concentration acceptable by the WHO. In addition, a higher mean 24h concentration of PM10 (91,63  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) was detected compared to the permissible concentration of PM10 by both the EU and the WHO (50,00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Statistical analysis showed that in the Pomeranian Voivodship the number of new cases of

T1DM correlated with the annual average concentration of PM10 in 2015 and 2016 ( $\beta=1,418$ ,  $p<0,001$  and  $\beta=2,396$ ,  $p<0,001$ ).

**Conclusions.** The results indicated that particulate matter PM10 may be factors promoting occurrence of type 1 diabetes mellitus in children and adolescents in the Pomeranian Voivodship in Poland.

**Key words:** incidence of type 1 diabetes mellitus, children, PM 10, Pomeranian Voivodship

## WSTĘP

Cukrzyca to grupa chorób metabolicznych, które charakteryzuje hiperglikemia wynikająca z defektu wydzielania lub/i działania insuliny. Proces niszczenia komórek może zostać zapoczątkowany już w okresie płodowym, natomiast czas jego trwania jest różny - od kilku miesięcy nawet do kilkudziesięciu lat przed pojawieniem się objawów klinicznych cukrzycy typu 1 (T1DM) [1]. Jedną z teorii naturalnego procesu powstawania cukrzycy mówi o genetycznych jak też środowiskowych predyspozycji do jej rozwoju. Czynniki środowiskowe działają wyzwalająco lub regulująco na procesy autoimmunizacyjne, których skutkiem są nacieki w wysepkach trzustki, uszkodzenie komórek, obniżenie sekrecji insuliny prowadząca przejściowo do hiperglikemii a ostatecznie do jawnej T1DM [2, 3]. Cukrzyca typu 1 stanowi około ok. 8% wszystkich zachorowań i niemalże w 90% dotyczy dzieci oraz osób młodych przed 30. rokiem życia [4]. Dane z 20 rejestrów w 17 krajach europejskich wykazały średni wzrost o 3,9% rocznie w latach 1989-2008 dzieci w wieku <15 lat [5]. Roczne wskaźniki wzrostu były ogólnie wyższe w krajach Europy Wschodniej (Polska 9,3%, Rumunia 8,7%, Czechy 6,7%) niż w krajach Europy Zachodniej (Hiszpania [Katalonia] 0,6%, Finlandia 2,4%, Niemcy [Dusseldorf]) [6]. W Polsce aktualnie choruje ok. 20 tysięcy osób poniżej osiemnastego roku życia, a w każdym kolejnym roku odnotowuje się około 1,5 tysiąca nowych zachorowań [7]. Niepokojący jest fakt dynamicznego wzrostu liczby zachorowań u dzieci w wieku najmłodszym od 0-4 lat [7]. Podobnie jak w innych byłych krajach socjalistycznych od czasu transformacji politycznej i gospodarczej, największy wzrost liczby nowych przypadków cukrzycy typu 1 u dzieci obserwuje się w Polsce. Wśród hipotetycznych przyczyn tego zjawiska znajduje się szybko postępująca zmiana stylu życia - w tym wzrost dochodu narodowego i globalizacja produkcji żywności. Te zmiany zostały przyspieszone przez przystąpienie Polski do Unii Euro-

pejskiej (UE) [8]. Z drugiej strony z przedstawionych raportów European Environment Agency (EEA) dotyczących jakości powietrza w Europie wynika, że w Polsce wykrywalne jest najwyższe stężenie pyłu zawieszonego PM10 oraz PM2,5 z wszystkich krajów unijnych [9]. Według zaleceń Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) poziom pyłu PM10 nie powinien przekraczać 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (średnie 24-godzinne stężenie) i 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (średnie roczne stężenie) a pyłu PM2,5 - 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (średnie 24-godzinne stężenie) oraz 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (średnie roczne stężenie) [10].

W Polsce strefy, w których dokonuje się oceny jakości powietrza w zależności od poziomu stężeń zanieczyszczeń powietrza określa się w dwustopniowej skali - A i C. Według raportu Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska (WIOŚ) w Gdańsku klasa A, najczystsza, to klasa, w której stężenia substancji zanieczyszczającej powietrze nie przekraczają poziomów dopuszczalnych. Klasa C, najbardziej zanieczyszczona, gdzie stężenia substancji zanieczyszczającej powietrze przekraczają poziomy dopuszczalne [11].

W województwie pomorskim głównym źródłem emisji pyłu PM10 do powietrza atmosferycznego jest przemysł technologiczny (zakłady celulozowo-papiernicze, wytwórnie pasz), przemysł energetyczny (elektrociepłownie i ciepłownie), procesy spalania paliw stałych w przydomowych paleniskach, oraz w mniejszej części emisja pyłu PM10 pochodząca ze źródeł komunikacyjnych [11, 12]. Trudności w dotrzymanywaniu norm jakości powietrza zwłaszcza w okresie zimowym skutkują tym, że w ocenach rocznych za rok 2015 obszar województwa pomorskiego zaliczony został do klasy C z powodu przekroczeń dopuszczalnych poziomów 24-godzinnych stężeń pyłu PM10 [11, 13]. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) województwo pomorskie zajmuje 10 miejsce pod względem zanieczyszczeń pyłowych (4,8% emisji krajowej) i 11 miejsce po względem zanieczyszczeń gazowych (1,8% łącznej ilości gazów w Polsce) [14].

Występowanie epizodów wysokich stężeń zanieczyszczeń powietrza, może mieć wpływ na zapadalność między innymi na cukrzycę typu 1 u dzieci na co wskazują nieliczne badania epidemiologiczne [15–17]. W naszych wcześniejszych badaniach wykazano zależność pomiędzy liczbą nowych zachorowań na T1DM w województwie lubelskim a średnim rocznym stężeniem pyłu PM10 w 2016 roku. Nie wykazano natomiast zależności pomiędzy liczbą nowych zachorowań na T1DM a średnim rocznym stężeniem PM10 w roku 2015 [17]. Dlatego też celem naszych badań było określenie zależności pomiędzy stężeniem pyłu zawieszonego o średnicy do 10  $\mu\text{m}$  (PM10), a liczbą świeżych zachorowań na cukrzycę typu 1 u dzieci i młodzieży w województwie pomorskim w 2015 i 2016 roku.

### Cel pracy

Celem naszych badań było określenie zależności pomiędzy stężeniem pyłu zawieszonego o średnicy do 10  $\mu\text{m}$  (PM10) a liczbą świeżych zachorowań na cukrzycę typu 1 u dzieci i młodzieży w województwie pomorskim w 2015 i 2016 roku.

### MATERIAŁ I METODY

Dane epidemiologiczne, dotyczące liczby nowych zachorowań na cukrzycę T1DM, otrzymano z Katedry i Kliniki Pediatrii, Diabetologii i Endokrynologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego. Liczbę urodzeń w 2015 i 2016 roku w województwie pomorskim, odczytano z roczników statystycznych GUS. Dane dotyczące stężenia pyłu PM10 w województwie pomorskim, uzyskano z raportu i rocznych ocen jakości powietrza opracowanych przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska (WIOŚ) w Gdańsku [11, 19]. Dla celów oceny jakości powietrza na terenie Polski ustanowione zostały strefy obejmujące swymi granicami miasta powyżej 100 tys. mieszkańców oraz pozostałe obszary leżące w granicach województwa. W województwie pomorskim znajdują się dwie strefy - aglomeracja trójmiejska w skład, której wchodzi Gdańsk, Gdynia i Sopot oraz pozostała część województwa zwaną strefą pomorską.

### ANALIZA STATYSTYCZNA

Oceny statystycznej wyników dokonano za pomocą programu R: (A language and environment for statistical computing) wersja z 2015 roku [19]. Do oceny siły współzależności pomiędzy badanymi parametrami zastosowano model regresji liniowej

(rozkład Poissona). Istotność statystyczną pomiędzy grupami określono na poziomie  $p < 0.05$ .

### WYNIKI

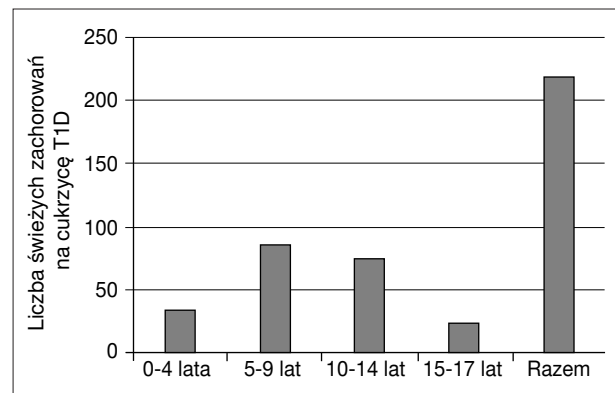
#### 1. Liczba świeżych zachorowań na T1DM w województwie pomorskim w latach 2015–2016

W latach 2015–2016, w województwie pomorskim liczba urodzeń dzieci wynosiła 50 461, a liczba świeżych zachorowań T1DM – 219. W województwie pomorskim, w omawianych latach, zachorowało na cukrzycę typu 1 – 112 chłopców oraz 107 dziewczynek. Najwięcej świeżych zachorowań odnotowano w wieku 5–9 lat (86 zachorowań). Szczegółowe wyniki przedstawiono w tabeli I i na ryc. 1.

Tabela I. Liczba nowych zachorowań na cukrzycę typu 1 w województwie pomorskim w latach 2015 i 2016

Table I. The number of new cases of type 1 diabetes in the Pomeranian Voivodeship in 2015 and 2016

Rok	Liczba urodzeń chłopców	Liczba świeżych zachorowań chłopców	Liczba urodzeń dziewcząt	Liczba nowych zachorowań dziewcząt
2015	12 609	63	11 987	42
2016	13 304	49	12 561	65



Ryc. 1. Liczba świeżych zachorowań na cukrzycę typu 1 w zależności od wieku w województwie pomorskim w latach 2015–2016

Fig. 1. The number of new cases of type 1 diabetes depending on age in the Pomeranian Voivodeship in 2015–2016

#### 2. Stężenie pyłów PM10 w powietrzu atmosferycznym w województwie pomorskim w latach 2015–2016

W województwie pomorskim wykazano, że średnie roczne stężenie PM10 wynosi 22,45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i jest wyższe niż średnie roczne stężenie dopuszczalne

przez Światową Organizację Zdrowia (WHO). Ponadto wykryto wyższe średniodobowe stężenie PM10 ( $91,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) w porównaniu ze średniodobowym dopuszczalnym stężeniem PM10 zarówno przez Unię Europejską (UE) jak też WHO ( $50,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Odnotowano również przekroczenia częstości dopuszczalnych średniodobowych stężeń od 40 razy do 101 razy podczas gdy dopuszczalna częstość przekroczenia tego poziomu wynosi 35 razy.

### 3. Zależność pomiędzy stężeniem PM10 a zachorowalnością na cukrzycę typu 1

W przeprowadzonym badaniu wykryliśmy zależność pomiędzy średnim rocznym stężeniem pyłu PM10 w 2015 ( $\beta=1,418$ ,  $p<0,001$ ) oraz w 2016 roku ( $\beta=2,396$ ,  $p<0,001$ ) w 2016 r a liczbą świeżych zachorowań dzieci i młodzieży na cukrzycę typu 1 w woj. pomorskim.

## DYSKUSJA

Liczne badania epidemiologiczne wykazują wzrost zachorowań na cukrzycę typu 1 u dzieci, szczególnie w młodszych grupach wiekowych [17, 21, 22]. W Polsce wskaźnik zachorowań na cukrzycę typu 1 u dzieci poniżej 15. roku życia wzrósł w latach 1989-2004 z 5,4 do 17,7/100 tys./rok [8]. Wyniki naszych badań potwierdzają wzrost liczby zachorowań w grupie dzieci w wieku 5-9 lat (86 zachorowań) oraz w grupie 10-14 latków (75 zachorowań). Podobne dane otrzymano badając dzieci w województwie podlaskim i na Dolnym Śląsku [23, 24]. Nie zaobserwowaliśmy istotnej różnicy ( $p=0,135$ ) pomiędzy zapadalnością na cukrzycę typu 1, a płcią u dzieci. Porównywalne wyniki badań otrzymała Jarosz-Chobot i wsp. [8] analizując dane zachorowalności na cukrzycę typu 1 u dzieci w Polsce w latach 1989-2004. Jedną z przyczyn wzrostu zapadalności na cukrzycę typu 1 zarówno w Polsce jak też w innych krajach odgrywają czynniki środowiskowe doprowadzając do klinicznej manifestacji cukrzycy typu 1 u osobników genetycznie predysponowanych [8, 25, 26]. W dotychczasowych badaniach wykazano, że istotne znaczenie w etiopatogenezie cukrzycy odgrywają czynniki chemiczne, barwniki, konserwanty oraz ulepszacze dodawane do produktów żywnościowych. Coraz więcej ukazuje się badań dotyczących żywności puszkowej lub przechowywanej w plastikowych naczyniach z obecnością bisphenolu A (BPA) [3, 27]. W ostatnich latach kilku autorów udokumentowało wpływ cząstek stałych (PM) w powietrzu atmosferycznych

na ryzyko rozwoju cukrzycy typu 1 [15, 16, 28,29].

W badaniach Hathout i wsp.[15] obejmujących dzieci z T1D stwierdzono znamienne zależności ( $p=0,003$ ) pomiędzy zachorowaniem na cukrzycę typu 1, a stężeniem pyłu PM10 szczególnie w grupie dzieci poniżej 5. roku życia. Do podobnego wniosku doszli Beyerlein i wsp. [27] badając w Bawarii 671 dzieci z rozpoznaną cukrzycą typu 1. Zdaniem badaczy, drobne cząsteczki pyłu PM10, dwutlenek azotu oraz najprawdopodobniej pył PM2,5 generowane przez transport samochodowy mogą być specyficznym czynnikiem przyczyniającym się do rozwoju cukrzycy typu 1 u dzieci przed 5. rokiem życia. Di Ciula [16] zebrał i przeanalizował dane z lat 1990-2010 z 16 krajów europejskich (bez Polski) emitujących do atmosfery zanieczyszczenia i porównał je z częstością występowania T1DM u dzieci. Zaobserwował on wzrost zapadalności na cukrzycę typu 1 u dzieci wraz ze wzrostem zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10. Kelishadi i wsp. [30] przebadali w Iranie 374 dzieci w wieku od 10 do 18 lat i stwierdzili pozytywną korelację pomiędzy zanieczyszczeniem powietrza pyłem PM10 i tlenkiem azotu  $\text{NO}_2$ . Podobne zależności uzyskali Thering i wsp. [29] badając 397 dzieci w wieku 10 lat z Niemiec, które były eksponowane na zanieczyszczenie powietrza przez ruch samochodowy. Nie można pominąć wpływu zanieczyszczenia na kobiety ciężarne, które narażone na zanieczyszczone powietrze spowodowane ruchem ulicznym mogą urodzić dzieci podatne na zachowanie na cukrzycę typu 1 [21].

W naszych badaniach wykazano, że w województwie pomorskim średnie roczne stężenie PM10 wynosi  $22,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i jest wyższe niż średnie roczne stężenie  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dopuszczalne przez WHO. Odnotowano także wyższe średniodobowe stężenie PM10 ( $91,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) w porównaniu z dopuszczalnym stężeniem PM10 zarówno przez UE jak też WHO ( $50,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Ponadto, po zastosowaniu analizy statystycznej wykryto, że liczba świeżych zachorowań na cukrzycę typu 1 korelowała ze średnim rocznym stężeniem pyłu PM10 zarówno w 2015 jak też 2016 roku w województwie pomorskim. Raport Europejskiej Agencji Środowiska (EEA) wykazał, że w Polsce wykrywane jest najwyższe stężenie pyłu zawieszonego (PM10 oraz PM2,5) [9, 12]. Ponadto, według raportów o stanie środowiska WIOŚ niedotrzymywanie norm zwłaszcza w okresie zimowym skutkowało tym, że w ocenach rocznych za lata 2015 badane powietrze na stacjach pomiarowych w woj. pomorskim zostało zaliczone do klasy C. W świetle raportów klasa C oznacza klasę najbardziej zanieczyszczoną gdyż przekracza dopuszczalne poziomy 24-godzinnych stężeń pyłu PM10 [11, 19].

Efekt mutageny pyłowych zanieczyszczeń powietrza powiązany jest głównie z zawartością w jego składzie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych jako zanieczyszczeń, co potwierdzają badania przeprowadzone we Wrocławiu, Krakowie i na Górnym Śląsku [11, 12].

Poza tym w latach 2015-2016 w woj. pomorskim wykryto, że wysokie stężenie pyłu PM10, PM2,5 pochodzi głównie z transportu samochodowego.

Pomimo obserwowanego zmniejszenia emisji prekursorów oraz działań podejmowanych na rzecz redukcji stężeń pyłu zawieszonego w powietrzu, przekroczenia norm aerozoli PM10 oraz PM2,5 pozostają najistotniejszym problemem jakości powietrza. Ważne jest również prowadzenie działań zmierzających do zmniejszenia emisji zanieczyszczeń do powietrza poprzez ograniczenie zużycia energii, zwiększenie udziału kolei i transportu wodnego oraz odnawialnych źródeł energii [11, 19, 31]. Wielkość i zmienność emisji pyłu, podobnie jak i zanieczyszczeń gazowych, w znacznej mierze kształtują warunki meteorologiczne, które mogą być zarówno efektywnym czynnikiem rozcieńczania, jak i koncentracji zanieczyszczeń. Należy pamiętać również o tym, że o stanie aerosanitarnym powietrza decydują również synergistyczne oddziaływania zanieczyszczeń. Czasami stężenia różnych substancji ulegają zmniejszeniu albo na skutek przemian fizykochemicznych mogą powstawać inne związki, bardziej toksyczne niż zanieczyszczenia pierwotne. Sądzić można zatem że nie ma poziomu bezpiecznego dla pyłu zawieszonego, poniżej którego nie obserwuje się negatywnego wpływu na zdrowie [32, 33].

## WNIOSKI

Mając na uwadze wzrost zanieczyszczenia powietrza pyłami PM10 jak też wzrost zachorowalności na cukrzycę typu 1 powinniśmy dążyć do ograniczenia oddziaływania zanieczyszczeń powietrza w miejscu zamieszkania dzieci. Należałoby również edukować mieszkańców woj. pomorskiego, że spalanie odpadów przynosi negatywne skutki zdrowotne. Konieczne są dalsze badania nad wpływem zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego na rozwój cukrzycy typu 1 u dzieci

## LITERATURA

- [1] Insel R.A., Dunne J.L., Atkinson M.A. et al.: Staging presymptomatic type 1 diabetes: A scientific statement of jdrf, the endocrine society, and the American diabetes association. *Diabetes Care*. 2015; 38[10]: 1964-74.
- [2] Holt R., Hanley N.: *Essential endocrinology and diabetes*. 5th revised edition. 2006; 7[2]: 97-98.
- [3] Rewers M., Ludvigsson J.: Environmental risk factors for type 1 diabetes. *Lancet* 2016; 387[10035]: 2340-2348.
- [4] Patterson C.C., Gyürüs E., Rosenbauer J. et al.: Seasonal variation in month of diagnosis in children with type 1 diabetes registered in 23 European centers during 1989-2008: Little short-term influence of sunshine hours or average temperature. *Pediatr Diabetes*. 2015; 16[8]: 573-580.
- [5] Patterson C.C., Dahlquist G.G., Gyürüs E. et al.: Incidence trends for childhood type 1 diabetes in Europe during 1989-2003 and predicted new cases 2005-20: a multicentre prospective registration study. *Lancet* 2009; 373[9680]: 2027-2033.
- [6] Berhan Y., Waernbaum I., Lind T. et al.: Thirty years of prospective nationwide incidence of childhood type 1 diabetes: The accelerating increase by time tends to level off in Sweden. *Diabetes*. 2011; 60[2]: 577-581.
- [7] Chobot A., Polanska J., Brandt A. et al.: Updated 24-year trend of Type 1 diabetes incidence in children in Poland reveals a sinusoidal pattern and sustained increase. *Diabet Med* 2017; 34[9]: 1252-1258.
- [8] Jarosz-Chobot P., Polanska J., Szadkowska A. et al.: Rapid increase in the incidence of type 1 diabetes in Polish children from 1989 to 2004, and predictions for 2010 to 2025. *Diabetologia*. 2011; 54[3]: 508-515.
- [9] European Environment Agency. Air quality in Europe - 2017 report <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017>
- [10] Malec A., Borowski G.: Zagrożenia pyłowe oraz monitoring powietrza atmosferycznego. *Ekol Inżynieria* 2016; 50: 161-170.
- [11] Raport o stanie środowiska w województwie pomorskim Gdańsk, 2016 <https://www.gdansk.wios.gov.pl/images/files/ios/oceny/or2016.pdf>
- [12] Gładka A., Zatoński T.: Wpływ zanieczyszczenia powietrza na choroby układu oddechowego. *Kosmos*. 2016; 4[313]: 573-582.
- [13] Roczna ocena jakości powietrza. Raport za 2015 rok. <https://www.gdansk.wios.gov.pl/images/files/ios/oceny/op15.pdf>
- [14] Raport o stanie środowiska w województwie pomorskim Gdańsk, 2014 <https://www.gdansk.wios.gov.pl/images/files/ios/raporty/rpt14.pdf>
- [15] Hathout E.H., Beeson W.L., Nahab F. et al.: Role of exposure to air pollutants in the development of type 1 diabetes before and after 5 yr of age. *Pediatr Diabetes* 2002; 3[4]: 184-188.
- [16] Di Ciaula A.: Association between Air Pollutant Emissions and Type 1 Diabetes Incidence in European Countries. *Adv Res* 2014; 2[7]: 409-25.
- [17] Michalska M., Bartoszewicz M., Wąż P. et al.: PM10 concentration and microbiological assessment of air in relation to the number of acute cases of type 1 diabetes mellitus in the Lubelskie Voivodeship. Preliminary report. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab* 2017, 23[2]: 70-76.
- [18] Raport o stanie środowiska w województwie pomorskim 2015 <https://www.gdansk.wios.gov.pl/images/files/ios/raporty/rpt15.pdf>
- [19] R: The R Project for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- [20] Streisand R., Monaghan M.: Young Children with Type 1 Diabetes: Challenges, Research, and Future Directions *Randi. Curr Diab Rep*. 2014; 14[9]: 1-16.

- [21] Malmqvist E., Larsson E. H., Jönsson I. et al.: Maternal exposure to air pollution and type 1 diabetes - Accounting for genetic factors. *Environ Res* 2015; 140: 268-274.
- [22] Peczyńska J., Jamiołkowska M., Polkowska A. et al. Epidemiology of diabetes type 1 in children aged 0-14 in Podlasie Province in years 2005-2012. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab* 2016; 22[1]: 15-20.
- [23] Chobot A., Polanska J., Deja G., Jarosz-Chobot P.: Incidence of type 1 diabetes among Polish children ages 0-14 years from 1989-2012. *Acta Diabetol.* 2015; 52[3]: 483-488.
- [24] Zdrojewski T., Ignaszewska-Wyrzykowska A., Czerniawska-Badtke E. et al.: Projekt utworzenia sieci ośrodków diabetologicznych w województwie pomorskim. *Clin Diabetol* 2015; 4[5]: 210-217.
- [25] Mysliwiec M., Balcerska A., Zorena K. et al.: Increasing incidence of diabetes mellitus type 1 in children - the role of environmental factors. *Polish J Environ Stud* 2007; 16[1]: 109-112.
- [26] Konieczna A., Rutkowska A., Szczepańska N.: Canned food as a source of bisphenol a [BPA] exposure - estimation of consumption among young women from Gdańsk, *Environ Med.* 2018; 21[1]: 31-34.
- [27] Beyerlein A., Krasmann M., Thiering E. et al.: Ambient air pollution and early manifestation of type 1 diabetes. *Epidemiology* 2015; 26[3]: e31-2.
- [28] Di Ciaula A.: Type I diabetes in paediatric age in Apulia [Italy]: Incidence and associations with outdoor air pollutants. *Diabetes Res Clin Pract* 2016; 111: 36-43.
- [29] Thiering E., Cyrys J., Kratzsch J. et al.: Long-term exposure to traffic-related air pollution and insulin resistance in children: Results from the GINIplus and LISAplus birth cohorts. *Diabetologia.* 2013; 56[8]: 1696-1704.
- [30] Kelishadi R., Mirghaffari N., Poursafa P., Gidding SS.: Lifestyle and environmental factors associated with inflammation, oxidative stress and insulin resistance in children. *Atherosclerosis.* 2009; 203[1]: 311-319.
- [31] Badyda A.J.: Zagrożenia środowiskowe ze strony transportu. *Wyd Nauk Warsz Politech* 2010; 4: 115-126.
- [32] Kowalska M., Kocot K.: Short-term exposure to ambient fine particulate matter [PM2,5 and PM10] and the risk of heart rhythm abnormalities and stroke. *Postepy Hig Med Dosw* 2016; 70: 1017-1025.
- [33] Krzeszowiak J., Pawlas K.: Pył zawieszony (PM2,5 oraz PM10), właściwości oraz znaczenie epidemiologiczne ekspozycji krótko- i długookresowej dla chorób układu oddechowego oraz krążenia. *Environmental Medicine* 2018; 21[2]: 7-13.

*Adres do korespondencji:*

*dr n. med. Małgorzata Michalska  
Zakład Immunobiologii i Mikrobiologii Środowiska  
Wydział Nauk o Zdrowiu, Gdański Uniwersytet Medyczny  
ul. Dębinki 7, 80-211 Gdańsk  
tel. 48 58 349-17-65  
e-mail: malgorzata.michalska@gumed.edu.pl*