

# Czy smog ma wpływ na częstość występowania zaostrzeń przewlekłego zapalenia krtani? Analiza na przykładzie mieszkańców województwa małopolskiego

## Does smog affect the incidence of exacerbations of chronic laryngitis? Analysis based on the inhabitants of Lesser Poland Voivodeship.

Remigiusz Ziarno<sup>1</sup>, Anna Suska<sup>1</sup>, Wojciech Kulinowski<sup>2</sup>, Aleksandra Grudzień-Ziarno<sup>3</sup>, Magdalena Kostrzon<sup>4</sup>,  
Magdalena Paciorek<sup>4</sup>, Jacek Składzień<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Studenckie Koło Naukowe przy Klinice Otolaryngologii UJ CM

<sup>2</sup>Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie

<sup>3</sup>Oddział Kliniczny Otolaryngologii Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie

<sup>4</sup>Uzdrowiska Kopalnia Soli „Wieliczka”

Article history: Received: 14.03.2017 Accepted: 02.04.2017 Published: 15.06.2017

**STRESZCZENIE:** Z powodu dynamicznej industrializacji smog stał się częstym zjawiskiem w większości rozwijających się miast. Według ostatniego raportu WHO na podstawie Global Urban Ambient Air Pollution Database Kraków znalazł się na 11 miejscu najbardziej zanieczyszczonych miast w Europie. Wydaje się, że jest to pilny problem, ze względu na wpływ zanieczyszczenia powietrza na stan górnych dróg oddechowych.

**Materiał i metody:** W grudniu 2015 przyjęto 141 pacjentów w wieku od 17 do 91 z powodu choroby górnych dróg oddechowych do Kliniki Foniatrii Uniwersyteckiego Szpitala w Krakowie. Pacjenci skarżyli się na kaszel, chrypkę i okresową utratę głosu. Na podstawie wyników videolaryngoskopii 60 pacjentów z zaostrzeniem przewlekłego zapalenia krtani podzielono na dwie grupy o tej samej liczebności: pacjentów z Krakowa i pacjentów z innych miast, oddalonych przynajmniej o 60 km od Krakowa. Grupy były porównywalne również w obrębie płci, wieku i użycia głosu. Pacjenci zostali skierowani do Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie w celu wykonania laryngografii oceniającej ruchomość fałdów głosowych i przesłedenia profilu głosowego. Ostatecznie istniały dwa rodzaje leczenia – tradycyjna farmakoterapia i lub subterraneoterapia w podziemnym sanatorium w Kopalni soli „Wieliczka”.

**Wyniki:** Zaobserwowano współczynnik korelacji Pearsona dla odległości miejsca zamieszkania od Krakowa i stopnia zaostrzenia zapalenia górnych dróg oddechowych objawiającego się pod postacią dysfunkcji fałdów głosowych ( $r=0,617$ ;  $p<0,05$ ).

**Wnioski:** Miejsce zamieszkania (w obrębie lub poza obszarem przemysłowym) oraz zaostrzenia przewlekłego zapalenia krtani są ściśle powiązane. Zanieczyszczenie powietrza wydaje się być głównym czynnikiem wpływającym na stan górnych dróg oddechowych. W lokalnych warunkach województwa małopolskiego subterraneoterapia może stanowić interesującą, nieinwazyjną metodę leczenia zaostrzeń chorób górnych dróg oddechowych.

**SŁOWA KLUCZOWE:** smog, laryngografia, przewlekłe zapalenie krtani, subterraneoterapia

**ABSTRACT:**

**Introduction:** Due to dynamic industrialisation smog became a frequent phenomenon in most developing cities. According to the last WHO report from Global Urban Ambient Air Pollution Database, Krakow has been classified in the 11th place among the most polluted cities in Europe. It seems to be an urgent issue because of the influence of air pollution on the condition of upper respiratory tract.

**Materials & Methods:** In December 2015 there were 141 patients aged 17-91 years with upper respiratory tract diseases admitted to the phoniatic outpatient clinic in the University Hospital in Cracow. They suffered from cough, hoarseness and periodic aphonia. On the basis of the results of videolaryngostroboscopy 60 patients with exacerbation of the chronic laryngitis were selected into two numerically equal groups: from Cracow and from other places at least 60 km away. The groups were equal to each other also in three categories: sex, age and voice usage. The patients were referred to the Pedagogical University in Cracow for laryngography to evaluate the movement of the vocal folds and to trace a voice profile. Finally, there were two possible types of treatment – conventional pharmacotherapy or subterraneanotherapy in the underground Health Resort in the “Wieliczka” Salt Mine.

**Results:** Pearson correlation coefficient between the distance from the place of residence to Cracow and the scale of exacerbation of inflammation of upper respiratory tract presenting as vocal fold dysfunction was observed ( $r=0,617$ ;  $p<0,05$ ).

**Conclusion:** The place of residence (in or out of the industrial area) and exacerbations of chronic laryngitis are highly correlated. Air pollution seems to be the main factor influencing on the condition of upper respiratory tract. In our local conditions of Lesser Poland Voivodeship subterraneanotherapy may be an interesting, non-invasive method preventing from exacerbations of upper respiratory tract diseases.

**KEYWORDS:**

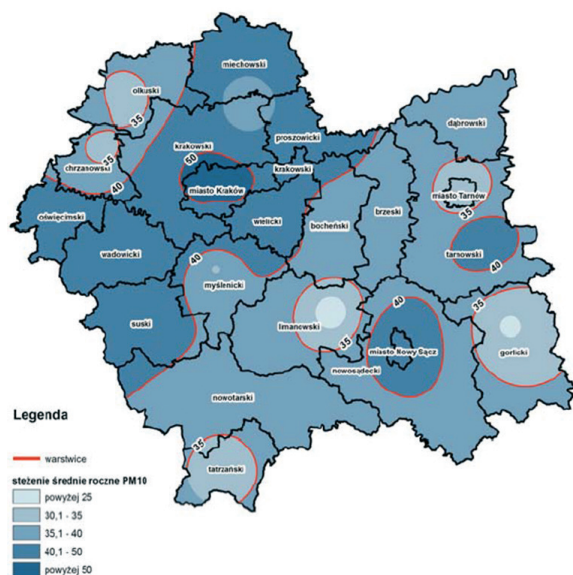
air pollution, chronic laryngitis, phoniatics, laryngography, subterraneanotherapy

**WPROWADZENIE**

Wiek XX i XXI to czas gwałtownego rozwoju cywilizacji zapoczątkowanego pod koniec XIX stulecia tzw. „rewolucją przemysłową”. Okres ten charakteryzował się powstawaniem – na niespotykaną wcześniej skalę – dużych fabryk i zakładów przemysłowych oraz migracją ludności wiejskiej do obszarów miejskich. Skutkiem ubocznym tego procesu było zanieczyszczenie powietrza. Początkowo zanieczyszczenie to – związane z powszechnym wykorzystywaniem węgla w fabrykach m.in. Wielkiej Brytanii, Niemiec, Stanów Zjednoczonych – miało charakter lokalny. Natomiast po II wojnie światowej pojawiło się wiele nowych zagrożeń środowiskowych, tym razem o charakterze globalnym: kwaśne deszcze, smog, niszczenie warstwy ozonowej, zmiany klimatu. Nowoczesny miejski przemysł, oparty o spalanie paliw z biomasy i paliw kopalnych, znacząco poszerzył skalę i zakres zanieczyszczeń powietrza [1].

Zanieczyszczenie powietrza jest heterogenną mieszaniną gazów, cieczy i stałych cząstek zawieszonych w powietrzu [2, 3, 4]. Smog to zjawisko atmosferyczne, polegające na ograniczeniu widoczności, a spowodowane wysokimi stężeniami pyłów i aerozoli. [4, 5] Spośród wszystkich rodzajów zanieczyszczeń pył zawieszony (Particulate Matter; PM) to główna składowa przebadana pod kątem negatywnego oddziaływania na zdrowie [6]. Szacuje się, że każde 100 µg pyłów zawieszonych w m<sup>3</sup> skraca oczekiwaną długość życia aż o 3 lata [7]. Pyły cechują się złożonymi parametrami fizyczno-chemicznymi [8]. Szkodliwość ich działania zależy od rozmiaru cząstek, ich morfologii, właściwości powierzchni oraz składu [6]. Związki organiczne – w tym

węglowodory aromatyczne, metale ciężkie czy gazy, przyczepiając się do powierzchni pyłów, zwiększają ich toksyczność [6, 9]. Z praktycznego punktu widzenia najważniejsza jest klasyfikacja cząstek na podstawie wielkości ich średnicy: pył gruby (2,5–10 µm) – PM<sub>10</sub>, pył drobny (0,1–2,5 µm) – PM<sub>2,5</sub> oraz pył ultra-drobny (<0,1 µm) [2, 3]. Ekspozycja na zanieczyszczenie powietrza skutkuje głównie chorobami układu oddechowego i nasileniem objawów ze strony dróg oddechowych [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21]. Pył gruby (PM<sub>10</sub>) osadza się głównie w dużych drogach oddechowych [2, 3]. Pył drobny (PM<sub>2,5</sub>) może penetrować głęboko do płuc, podrażniając i uszkadzając ścianę pęcherzyków płucnych [2, 4, 5]. Badania naukowe przeprowadzone na początku XXI wieku [22, 23] wskazują, iż ekspozycja na pył o tej wielkości cząstek wywiera poważne skutki zdrowotne i jest główną przyczyną przedwczesnej śmierci na świecie. W grupie ryzyka znajdują się osoby chorujące już na schorzenia układu oddechowego [8, 24, 25], dzieci [21, 26, 27, 28] oraz osoby w wieku podeszłym [28, 29]. Negatywny wpływ zanieczyszczenia powietrza na zdrowie zaznacza się już przy bardzo niskiej ekspozycji, dlatego też trudno stwierdzić, czy istnieje próg stężenia pyłu zawieszzonego, poniżej którego nie stwierdza się jego szkodliwego oddziaływania [2]. Natomiast stwierdzono jednoznacznie, że kumulatywna ekspozycja ma większy wpływ na umieralność niż przejściowe i krótkotrwałe narażenie. Według wytycznych WHO (Air Quality Guidelines) średnie stężenie dzienne PM<sub>10</sub> nie powinno przekraczać 50 µg/m<sup>3</sup>, PM<sub>2,5</sub> – 25 µg/m<sup>3</sup>, a średnie roczne stężenia odpowiednio 20 µg/m<sup>3</sup> i 10 µg/m<sup>3</sup> [30]. Zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady (2008/50/WE) [31] dopuszczalny poziom PM<sub>10</sub> w roku kalendarzowym wynosi 40 µg/m<sup>3</sup>, a w pomiarach 24-godzin-

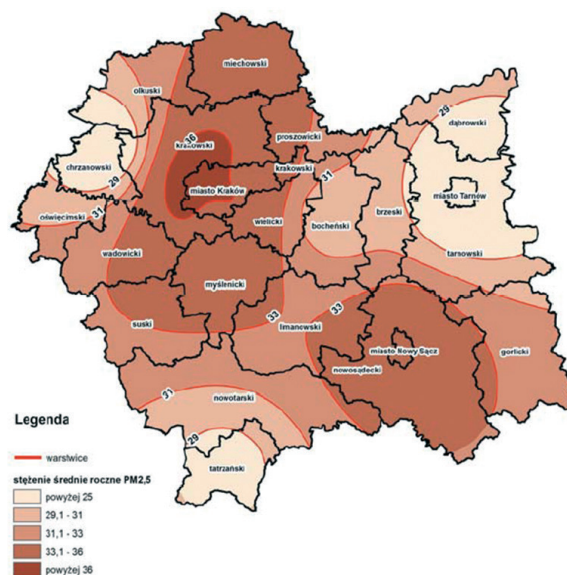


**Ryc. 1.** Stężenie PM<sub>10</sub> – raport roczny. Źródło: Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w 2015 r. – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie.

nych 50 µg/m<sup>3</sup> (wartość graniczna może być przekroczona jedynie 35 razy w ciągu roku). Dla pyłu PM<sub>2,5</sub> poziom dopuszczalny w analizie dobowej na przestrzeni ostatnich lat ulegał stopniowemu obniżeniu, osiągając w 2015 roku poziom zero (w roku kalendarzowym dopuszcza się średnie stężenie 25 µg/m<sup>3</sup>) [31].

W 2016 roku WHO opublikowała raport dotyczący stanu jakości powietrza, opierając się na analizie stężenia pyłu PM<sub>2,5</sub> jako najbardziej niebezpiecznego dla zdrowia [7]. W raporcie uwzględniono ponad 3000 miast ze 103 krajów świata. Wyniki analizy są zatrważające – powietrze w większości miast (ponad 80%) przekracza dopuszczalne normy. Ponadto, w ciągu 5 ostatnich lat zanieczyszczenie zwiększyło się o 8%. Spośród 50 najbardziej zanieczyszczonych miast Unii Europejskiej aż 33 znajdują się na terenie Polski, głównie w województwie śląskim i małopolskim. Kraków, który jako jedyne miasto w Polsce przyjął regulacje związane z walką ze smogiem, uplasował się na 11. pozycji.

W ostatnich dekadach emisja zanieczyszczeń w przemyśle została znacznie zredukowana. Obecnie w krajach rozwiniętych główną przyczyną zanieczyszczenia powietrza jest wzmożony ruch uliczny i emisja spalin samochodowych [12, 21]. Największe stężenia pyłów odnotowuje się przy dużych arteriach miejskich [26, 29, 32]. W badaniu amerykańskim pył PM<sub>2,5</sub> pochodził w dużej mierze ze spalania paliw pojazdów silnikowych. Co więcej, w Europie spaliny samochodowe przyczyniają się także do ponad 50-procentowego ogólnego stężenia PM<sub>10</sub> [33]. Także w Polsce, w wyniku transformacji socjoekonomicznych, na prze-



**Ryc. 2.** Stężenie PM<sub>2,5</sub> – raport roczny. Źródło: Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w 2015 r. – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie.

strzeni ostatnich dziesięcioleci zmienił się profil zanieczyszczeń antropogenicznych – obecnie spaliny emitowane przez pojazdy silnikowe stanowią główne źródło pyłów zawieszonych, a tradycyjna emisja (przemysłowa i komunalna) przyczynia się przede wszystkim do wzrostu zawartości aerozoli [6]. Stale nasilający się ruch uliczny stanowi rosnące zagrożenie dla zdrowia [32, 34].

Większość badań opisujących wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie dotyczy zależności między stężeniem poszczególnych składowych zanieczyszczenia a chorobami dolnych dróg oddechowych. Celem naszej pracy było zbadanie zależności między poziomem zanieczyszczenia a zaostrzeniami chorób górnych dróg oddechowych na przykładzie pacjentów Poradni Foniatrycznej Oddziału Klinicznego Otolaryngologii Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie cierpiących na przewlekłe zapalenie krtani, biorąc jednocześnie pod uwagę miejsce ich zamieszkania względem centrum Krakowa.

## STAN POWIETRZA W WOJEWÓDZTWIE MAŁOPOLSKIM

Z raportu Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska z 2015 roku [35] wynika, iż na terenie województwa małopolskiego najwyższe średnie roczne stężenia PM<sub>10</sub> (ryc. 1) odnotowuje się w Krakowie i okolicznych miejscowościach, najniższe – w miastach oddalonych o co najmniej 50 km od Krakowa (m.in. w Tarnowie, Zakopanem, Gorlicach, Limanowej, Chrzanowie). Najwyższe średnie roczne stężenia PM<sub>2,5</sub> (ryc. 2) także

występują w powiecie krakowskim, a najniższe w powiatach: tarnowskim, dąbrowskim, tatrzańskim i chrzanowskim.

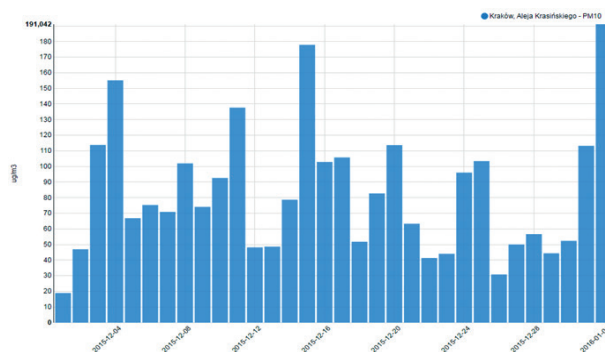
Dane pomiarowe Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska [36] pochodzące z grudnia 2015 roku są zgodne z przytoczonymi powyżej wnioskami. Przez cały miesiąc poziom PM10 był znacznie wyższy w Krakowie (ryc. 3) niż w Tarnowie (ryc. 4) i Gorlicach (ryc. 5).

## MATERIAŁ I METODY

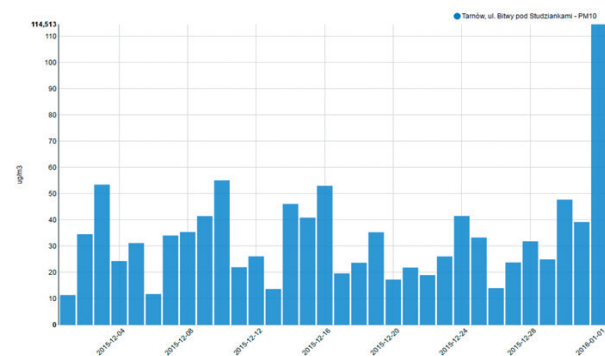
Badanie przeprowadzono we współpracy z Uniwersytetem Pedagogicznym w Krakowie oraz Uzdrawiskiem Kopalnia Soli „Wieliczka”. Protokół badania obejmował 3 etapy. Pierwszy etap przeprowadzono w grudniu 2015 roku w Oddziale Klinicznym Otolaryngologii Szpitala Uniwersyteckiego. Przez miesiąc w Poradni Foniatrycznej zarejestrowano 141 pacjentów w wieku 17–91 lat, u których występowały dolegliwości ze strony górnych dróg oddechowych. U każdego pacjenta przeprowadzono następujące badania laryngologiczne: subiektywną ocenę jakości głosu w skali GRBAS, określenie maksymalnego czasu fonacji (Maximal Phonation Time; MPT), laryngoskopię oraz wideolaryngostroboskopię. Następnie spośród wszystkich przyjętych pacjentów wyodrębniono, w sposób celowy, i włączono do badania 60 osób z zaostrzeniem przewlekłego zapalenia krtani, zgłaszających m.in. nieproduktywny kaszel, chrypkę, okresową afonię. Osoby te podzielono na 2 grupy – pacjentów z Krakowa oraz pacjentów z miejscowości spoza Krakowa (oddalonych od Krakowa co najmniej 60 km). Grupy były identyczne pod względem liczebności, płci, wieku oraz zawodowego wysiłku głosowego (tab. I.). W każdej z grup znajdowało się 15 kobiet i 15 mężczyzn; 10 osób w wieku 25–35 lat, 10 osób w wieku 35–45 oraz 10 w wieku powyżej 45 lat; 10 osób zawodowo używających głosu i 20 bez nadmiernego wysiłku głosowego.

Po wizycie w Poradni Foniatrycznej pacjenci zostali skierowani do Uniwersytetu Pedagogicznego, gdzie miał miejsce drugi etap pracy – badanie laryngograficzne. Laryngografia to udoskonalona metoda elektrogłotografii, podczas której dwie elektrody umieszczane są obustronnie na poziomie krtani [37]. Impedancja elektryczna między nimi ulega zmianom podczas pracy fałdów głosowych krtani – gdy są zwarte jest ona mniejsza niż wtedy, gdy są rozwarte. Podczas analizy pacjent proszony jest o wypowiedzenie samogłosek (a, o, u, e), wyrazów (ala, ola, ula, ela) oraz zdań: Dziś jest ładna pogoda. Ten dzielny żołnierz był

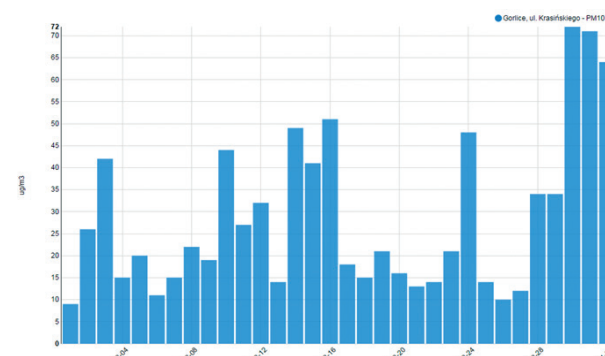
z nim razem. W czasie fonacji praca traktu głosowego, głównie krtani, podlega wizualizacji oraz analizie ilościowej w postaci wykreślenia profilu głosu. W efekcie uzyskuje się histogram CFx



Ryc. 3. Stężenie PM10 – 12.2015 Kraków, Al. Krasińskiego.  
Źródło: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

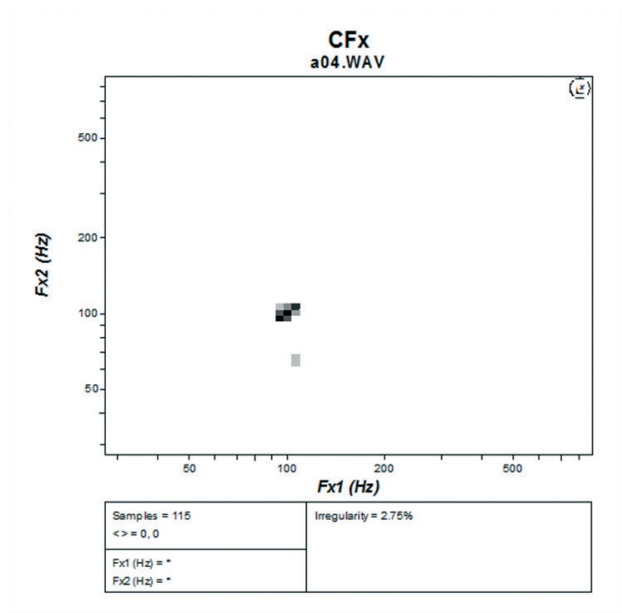


Ryc. 4. Stężenie PM10 – 12.2015 Tarnów, ul. Bitwy pod Studziankami.  
Źródło: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.



Ryc. 5. Stężenie PM10 – 12.2015 Gorlice, ul. Krasińskiego.  
Źródło: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

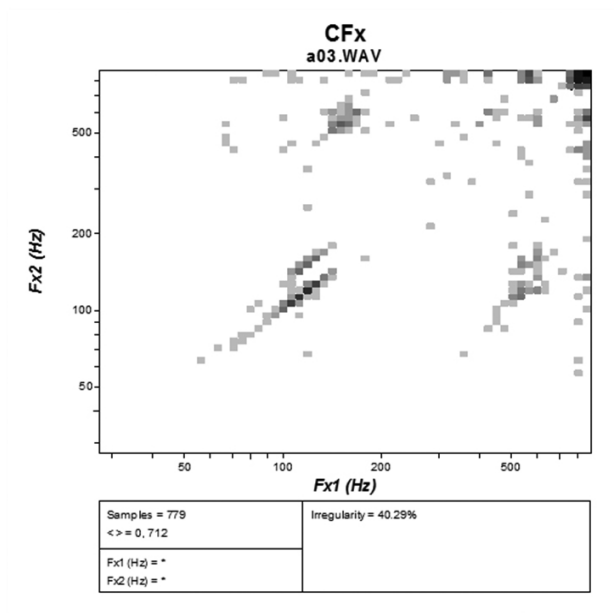
w formie 2D. Na jego podstawie komputerowo obliczany jest współczynnik nieregularności (Irregularity Coefficient; IC). Współczynnik ten szacuje się po wybraniu trzech kolejnych elementów na diagonalnej histogramu CFx, które reprezentują regularną fonację



Ryc. 6. Przykładowy histogram CFx pacjenta spoza Krakowa. IC = 2,75%

(jako środkowy wybiera się element macierzy o największej ilości zliczeń). Stanowi on odsetek procentowy liczby nieregularnych drgań fałdów głosowych w zarejestrowanej próbce fonacji [37]. Im bardziej zbliżone są względem siebie punkty na wykresie, oraz im niższa wartość IC, tym lepszy wynik. Za prawidłowe uznaje się wartości IC nie większe niż 10% (ryc. 6). Wysoki współczynnik nieregularności odpowiada zmianom w obrębie traktu głosowego o charakterze zapalnym (ryc. 7). Uzyskane wyniki badania laryngograficznego poddano analizie statystycznej w programie Statistica StatSoft. Przeprowadzono analizę korelacji Pearsona, przyjmując poziom istotności statystycznej 0,05.

Trzeci etap badania obejmował wdrożenie leczenia mającego na celu zapobieganie zaostrzeniom przewlekłego zapalenia krtani. Każdy pacjent włączony do badania miał możliwość skorzystania z subterraneoterapii na terenie Uzdrowiska Kopalnia Soli „Wieliczka”. Turnus obejmował 5-godzinne sesje terapeutyczne, odbywające się w warunkach naturalnych podziemnych komór solnych, codziennie od poniedziałku do piątku przez 3 tygodnie. Sesja składała się z inhalacji, ćwiczeń dostosowanych do wydolności fizycznej, gimnastyki oddechowej oraz drenażu ułożeniowego, przeprowadzanych pod kontrolą fizjoterapeutów. W okresie 6 tygodni od zakończenia turnusu rehabilitacyjnego pacjenci zgłaszali się na wizytę kontrolną w Oddziale Klinicznym Otolaryngologii Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie oraz Uniwersytecie Pedagogicznym, aby zweryfikować skuteczność leczenia. U pacjentów, którzy nie wyrazili chęci poddania się subterraneoterapii lub u których ta forma terapii nie była zalecana, zastosowano leczenie farmakologiczne obejmujące suplementację: wi-



Ryc. 7. Przykładowy histogram CFx pacjenta z Krakowa. IC = 40,29%

tamin A i E, tabletek do ssania zawierających kwas hialuronowy, preparatów srebra koloidalnego oraz syropu prawoślazowego. Ta grupa również zgłosiła się na zaplanowane badanie kontrolne.

## WYNIKI

Do Poradni Foniatrycznej Oddziału Klinicznego Otolaryngologii Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie w okresie jesienno-zimowym zgłasza się znacznie większa liczba pacjentów z objawami ze strony górnych dróg oddechowych w porównaniu z innymi porami roku. Istnieje istotna statystycznie zależność między odległością miejsca zamieszkania względem centrum Krakowa a stopniem zaburzeń funkcji krtani w postaci nieregularności drżeń fałdów głosowych (silna dodatnia korelacja  $r=0,6170$ ;  $p=0,01$ ).

## OMÓWIENIE

Badania naukowe ukazują mechanizmy oddziaływania zanieczyszczeń powietrza na organizm. W trakcie ekspozycji dochodzi do zniszczenia i dysfunkcji nabłonka migawkowego wyściełającego drogi oddechowe, co prowadzi do upośledzenia transportu śluzowo-rzęskowego [4, 5, 11], wzmocnienia uwalniania cytotoksycznych mediatorów zapalnych [5, 8, 38] oraz wolnych rodników [4] powstających w wyniku stresu oksydacyjnego [5, 8]. Ponadto następuje utrata makrofagów pęcherzykowych i osłabienie zdolności fagocytarnych [18, 19, 38]. W ekspozowanych komórkach pojawiają się także zmiany mitochondrialne, denaturacja białek,

jak również uszkodzenie DNA [38]. Pojedyncza krótkotrwała ekspozycja na pył zawieszony skutkuje zaburzeniem mechanizmów obronnych nabłonka dróg oddechowych, co czyni go bardziej podatnym na uszkodzenia w wyniku kolejnych ekspozycji. W ten sposób zwiększa się ryzyko infekcji [4, 8, 11, 20, 39].

Ze względu na konieczność ograniczenia zanieczyszczenia powietrza, należy wdrożyć odpowiednie regulacje prawne – zarówno globalnie, jak i na szczeblu lokalnym [9]. Zaleca się prowadzenie kontroli emisji zanieczyszczeń, produkcji przemysłowej, zużycia węgla, a także popularyzowania idei czystej produkcji oraz pojazdów przyjaznych dla środowiska. Trzeba jednak zdawać sobie sprawę, iż poprawa jakości powietrza atmosferycznego to proces długofalowy, dlatego ważne jest również podejmowanie działań mających na celu zmniejszenie ekspozycji i przeciwdziałanie negatywnemu wpływowi zanieczyszczeń. Przykładem są Chiny, gdzie próbowano opracować listę interwencji zalecanych do zastosowania w czasie smogu [9]. Obejmuje ona unikanie aktywności fizycznej na powietrzu, noszenie dostosowanych masek ochronnych, ograniczenie spalania paliw z biomasy [39, 40, 41, 42], ograniczenie palenia tytoniu [44], przyjmowanie antyoksydantów [43], a także używanie filtrów powietrza. Korzyści z wdrażania ww. metod nie zostały jednak udowodnione [9].

Wiek XXI przynosi wiele nowości terapeutycznych. Stulecie to już jest nazywane „wiekiem prewencji”, ponieważ wzrosła świadomość społeczeństwa dotycząca ochrony własnego zdrowia [45]. W tym kontekście naturalne metody lecznicze stają się coraz bardziej rozpowszechnione w różnych dziedzinach medycyny. Prężnie rozwija się balneologia i medycyna fizykalna. Terapią komplementarną dla leczenia farmakologicznego jest subterraneoterapia – metoda balneologiczna wykorzystująca mikroklimat panujący w podziemnych komorach solnych [45, 46, 47]. W aktualnie obowiązującej Ustawie o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych z dnia 28 lipca 2005 roku pojawia się po raz pierwszy zapis dotyczący tej formy lecznictwa uzdrowiskowego [46]. Początki subterraneoterapii w Polsce datowane są na lata 30. XIX wieku, kiedy to dr Feliks Boczkowski wygłosił pogląd, że skuteczniejszym od inhalacji solankowych sposobem leczenia chorób układu oddechowego jest długie przebywanie w głębinach kopalni soli [46, 48]. Doktor Boczkowski był inicjatorem powstania w Wieliczce pierwszego solnego uzdrowiska dla pacjentów ze schorzeniami pulmonologicznymi. Nowoczesne podstawy teoretyczne i praktyczne subterraneoterapii zostały stworzone w latach 50. XX wieku przez prof. Mieczysława Skulimowskiego w Polsce oraz dr. Karla Hermanna Spannagela w Niemczech [45, 46]. Metoda ta, niegdyś rozpowszechniona na skalę europejską, dziś przeżywa swój renesans [46]. Uzdrowisko Kopalnia Soli „Wieliczka” to jedno z kilku miejsc na świecie, gdzie prowadzone jest leczenie

w naturalnych podziemnych wyrobiskach solnych. Poza Polską ta metoda terapii znajduje zastosowanie w Niemczech, Austrii, Rumunii, Czechach i na Słowacji [45, 46]. Naturalny mikroklimat panujący pod ziemią jest korzystny dla pacjentów z przewlekłymi chorobami układu oddechowego [49], zwłaszcza w nawracających infekcjach górnych i dolnych dróg oddechowych, przewlekłym niealergicznym nieżycie nosa, alergicznym nieżycie nosa, przewlekłym zapaleniu gardła, przewlekłym zapaleniu krtani, przewlekłym zapaleniu oskrzeli, rozstrzeniach oskrzeli czy zapaleniu płuc [45], a także w astmie, POChP czy w schorzeniach dermatologicznych o podłożu alergicznym [46]. Wyjątkowość subterraneoterapii, na tle dzisiejszych innowacyjnych osiągnięć medycyny i wysoko specjalistycznej farmakoterapii, polega przede wszystkim na wykorzystaniu naturalnych podziemnych przestrzeni do prowadzenia intensywnej rehabilitacji, obejmującej zarówno inhalację, jak i różnorodne formy aktywności fizycznej dostosowane do wydolności pacjentów [45, 46]. Jakość powietrza w podziemnych grotach solnych to kluczowy czynnik warunkujący skuteczność terapii [47, 50, 51, 52].

W uzdrowisku wielickim powietrze jest oczyszczone z kurzu i alergenów, czyste pod względem bakteriologicznym, o wysokiej wilgotności względnej (60–75%), temperaturze utrzymywanej w zakresie 12,9–14,5°C, wysokiej zawartości NaCl (3,0–10,0 mg/m<sup>3</sup>). Jest także wzbogacone o pierwiastki takie jak: magnez, wapń, mangan oraz potas [47, 48]. Naturalna solanka wielicka wykorzystywana do aerozoloterapii pochodzi z ujęcia znajdującego się w Kopalni Soli „Wieliczka” na głębokości 255 metrów. Jest mineralną wodą chlorkowo-sodową. Posiada świadectwo potwierdzające właściwości lecznicze wydane przez Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny z Poznania. Hipertoniczny aerosol solny działa drażniaco na błonę śluzową – powoduje jej czynne przekrwienie, wzmacnia wydzielanie gruczołów śluzowych i surowicznych, ułatwiając w ten sposób odrywanie się lepkiej, zalegającej wydzieliny od ściany dróg oddechowych [46].

Pierwsze dane naukowe potwierdzające korzystny wpływ mikroklimatu panującego w komorach solnych na zdrowie pochodzą z lat 50. XX wieku. Do głównych zalet subterraneoterapii należą: nieinwazyjność, bezpośredni dostęp do narządu docelowego (drogi oddechowe, skóra), szybki początek działania oraz mniejsze ryzyko niepożądanych działań ogólnoustrojowych [47, 53]. Ponadto uzyskuje się poprawę skuteczności równoległego leczenia innymi metodami oraz ogólne polepszenie stanu psychofizycznego pacjentów [47]. Według danych naukowych [53], natychmiastowy efekt subterraneoterapii obserwuje się u ok. 15%, a po zakończeniu turnusu pozytywny rezultat leczenia obserwowany był u ok. 90%. Długotrwały efekt terapii (co najmniej 3 miesiące) występował u ok. 60% pacjentów. Jak każda metoda leczenia – również subterraneoterapia ma swoje ograniczenia. Zazwyczaj pozytywny efekt jest odwrotnie proporcjonalny do

wieku pacjentów [54, 55]. Co więcej, zwykle jednorazowy pobyt w komorze solnej daje niewielkie korzyści, w związku z tym sesje terapeutyczne należy powtarzać, co wiąże się niestety z większymi kosztami poniesionymi przez pacjentów [47]. Ponadto, nie u wszystkich pacjentów tego typu metoda lecznicza jest zalecana. W przypadku nadczynności tarczycy, gruźlicy płucnej, padaczki, zawrotów głowy, niekontrolowanego nadciśnienia tętniczego, zawału serca w ostatnim czasie, niestabilnej dławicy piersiowej czy raka płuca – konieczna jest konsultacja specjalisty [47].

Co ciekawe, nie wszyscy pacjenci są świadomi istnienia subterraneanoterapii jako metody leczniczej. W badaniu z 2014 roku przeprowadzonym wśród mieszkańców Krakowa, Rzeszowa i Katowic [47] – ok. 94% ankietowanych wie o istnieniu grot solnych w swoim mieście, 97% spośród tych osób wskazuje na schorzenia układu oddechowego jako główne choroby leczone metodą haloterapii, 60% osób jest przekonanych o korzystnym wpływie haloterapii na zdrowie, a nieco poniżej 50% uważa, że sesje w mikroklimacie poprawiają samopoczucie, ale pozytywny efekt leczniczy nie jest jednoznaczny. W tym kontekście istotne wydaje się przekazanie pacjentowi pełnej, rzetelnej informacji na temat możliwych metod leczenia, w tym subterraneanoterapii. Być może w niektórych przypadkach pacjenci wybiorą rodzaj naturalnej rehabilitacji układu oddechowego zamiast stosowania wyłącznie farmakoterapii.

Przewlekłe nieswoiste zapalenie krtani, będące przedmiotem naszego badania, może być spowodowane chronicznymi infekcjami, jak i czynnikami takimi jak: dym tytoniowy, zanieczyszczenie powietrza oraz czynniki klimatyczne, ale również nadmiernym wysiłkiem głosowym czy refluksem żołądkowo-przełykowym [56]. Zwykle schorzenie rozwija się stopniowo. Objawy w postaci chrypki, obniżenia i osłabienia głosu oraz suchego kaszlu trwają tygodniami lub miesiącami. Mogą naprzemiennie słabnąć i ponownie się nasilać, zwłaszcza przy powtarzającej się ekspozycji na czynnik uszkadzający [3]. W badaniu naukowym przeprowadzonym w Korei Południowej jedynie w przypadku pyłu zawieszonego PM10 (spośród wielu analizowanych zanieczyszczeń powietrza, w tym CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, ozon) w wieloczynnikowej analizie regresji logistycznej wykazano zależność z występowaniem przewlekłego zapalenia krtani [3]. Analiza ta bazowała na badaniu przekrojowym. Ponadto, nie brano w niej pod uwagę różnic w zanieczyszczeniu powietrza w obrębie miast, która to może być podobnie znacząca, lub nawet większa, niż zmienność międzymiastowa. Niestety, w większości badań naukowych dotyczących wpływu jakości powietrza atmosferycznego na zdrowie – również w naszej pracy nie ma dokładnego określenia wielkości ekspozycji na zanieczyszczenia. Zwykle badacze posilkują się odległością od ruchliwych tras czy też danymi na temat natężenia ruchu samochodowego [15]. W związku z tym trudno jednoznacznie oszacować graniczny poziom poszczególnych składowych zanieczyszczeń,

Tab. I. Charakterystyka próby badawczej.

	PACJENCI Z KRAKOWA	PACJENCI SPOZA KRAKOWA (>60 KM)
Płeć	15 kobiet 15 mężczyzn	15 kobiet 15 mężczyzn
Wiek	25–35 lat: 10 36–45 lat: 10 >45lat: 10	25–35 lat: 10 36–45 lat: 10 >45lat: 10
Zawodowe użycie głosu	(+) 10 (–) 20	(+) 10 (–) 20

powyżej którego ryzyko zdrowotne szczególnie wzrasta.

W Krakowie podejmowane są działania mające na celu zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza, zwłaszcza w okresie grzewczym, kiedy odnotowuje się najwyższe stężenia pyłów zawieszonych i najczęstsze zaostrzenia przewlekłych chorób układu oddechowego. Wdrożenie tych planów w życie wymaga czasu, natomiast równolegle należy zastosować metody chroniące mieszkańców dużych miast przemysłowych przed negatywnym oddziaływaniem smogu na drogi oddechowe. Wydaje się, że metody alternatywne – w przypadku naszej pracy subterraneanoterapia – mogą mieć również korzystny wpływ na stan zdrowia i kondycję górnych dróg oddechowych mieszkańców rejonów przemysłowych.

## WNIOSKI

W niniejszym badaniu wyeliminowano wpływ czynników zakłócających takich jak wiek, płeć czy wielkość zawodowego wysiłku głosowego na analizowaną zależność między zanieczyszczeniem powietrza a chorobami górnych dróg oddechowych. W związku z tym można stwierdzić, iż zanieczyszczenie powietrza (smog) wyraźnie zwiększa częstość i nasilenie zaostrzeń przewlekłego zapalenia krtani. W kontekście cytowanego piśmiennictwa leczenie w Uzdrowisku Kopalnia Soli „Wieliczka”, uwzględnione w protokole niniejszego badania, stanowi formę kompetentnej pomocy chorym cierpiącym z powodu zaostrzeń przewlekłego zapalenia krtani, zwłaszcza tym szczególnie narażonym na zaostrzenie choroby, czyli mieszkającym w dużych ośrodkach przemysłowych. Dodatkowo ważne jest wdrożenie niezbędnych procedur w zakresie ochrony środowiska w celu zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza, jak też edukacja społeczna na temat naturalnych form leczenia chorób układu oddechowego.

Treści przedstawione w artykule są zgodne z zasadami Deklaracji Helsińskiej, dyrektywami EU oraz ujednoliconymi wymaganiami dla czasopism biomedycznych. Badania własne zostały przeprowadzone zgodnie z zasadami Dobrej Praktyki Klinicznej i zaakceptowane przez lokalną Komisję Bioetyczną, a ich uczestnicy wyrazili pisemną zgodę na udział.

## PIŚMIENICTWO

1. Mosley S.: Environmental History of Air Pollution and Protection. W: Agnoletti M., Neri Serneri S. Springer: The basic environmental history. 2014. ISBN: 978-3-319-09179-2.
2. Brunekreef B., Holgate S.T.: Air pollution and health. *Lancet*. 2002 Oct. 19; 360 (9341): 1233–1242.
3. Joo Y.H., Lee S.S., Han K.D., Park K.H.: Association between Chronic Laryngitis and Particulate Matter Based on the Korea National Health and Nutrition Examination Survey. 2008–2012. *PLoS ONE*. 2015 Jul. 15; 10 (7):e0133180
4. Xing Y.F., Xu Y.H., Shi M.H., Lian Y.X.: The impact of PM2.5 on the human respiratory system. *Journal of Thoracic Disease*. 2016 Jan.; 8 (1):69–74.
5. Mortimer K.M., Neas L.M., Dockery D.W., Redline S., Tager I.B.: The effect of air pollution on inner-city children with asthma. *European Respiratory Journal*. 2002 Apr.; 19 (4): 699–705.
6. Pastuszka J.S., Rogula-Kozłowska W., Zajusz-Zubek E.: Characterization of PM10 and PM2.5 and associated heavy metals at the crossroads and urban background site in Zabrze, Upper Silesia, Poland, during the smog episodes. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2010 Sep.; 168 (1–4): 613–627.
7. WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database (update 2016) [online]. [Dostęp 12 maja 2016]. Dostępny w internecie: [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/cities/en/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/).
8. Künzi L., Krapf M., Daher N., Dommen J., Jeannot N., Schneider S., Platt S., Slowik J.G., Baumlin N., Salathe M., Prévôt A.S., Kalberer M., Strähl C., Dümmbgen L., Sioutas C., Baltensperger U., Geiser M.: Toxicity of aged gasoline exhaust particles to normal and diseased airway epithelia. *Scientific reports*. 2015 Jun. 29; 5: 11801.
9. Zhang S., Li L., Gao W., Wang Y., Yao X.: Interventions to reduce individual exposure of elderly individuals and children to haze: a review. *Journal of Thoracic Disease*. 2016 Jan.; 8 (1): 62–68.
10. Kim K.H., Kabir E., Kabir S.: A review on the human health impact of airborne particulate matter. *Environment International*. 2015 Jan.; 74: 136–143.
11. Chauhan A.J., Johnston S.L.: Air pollution and infection in respiratory illness. *British Medical Bulletin*. 2003; 68: 95–112.
12. Zhang F., Xu J., Wang L., Lu J., Li Y., Ni Y., Wang W., Krafft T.: Air Quality, Patterns and Otolaryngology Health Effects of Air Pollutants in Beijing in 2013. *Aerosol and Air Quality Research*. 2016 Jun.; 16 (6): 1464–1472.
13. Zanobetti A., Franklin M., Koutrakis P., Schwartz J.: Fine particulate air pollution and its components in association with cause-specific emergency admissions. *Environmental Health*. 2009 Dec. 21; 8: 58.
14. Dominici F., Peng R.D., Bell M.L., Pham L., McDermott A., Zeger S.L., Samet J.M.: Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases. *JAMA*. 2006 Mar. 8; 295 (10): 1127–1134.
15. Gehring U., Cyrys J., Sedlmeir G., Brunekreef B., Bellander T., Fischer P., Bauer C.P., Reinhardt D., Wichmann H.E., Heinrich J.: Traffic-related air pollution and respiratory health during the first 2 years of life. *European Respiratory Journal*. 2002 Apr.; 19 (4): 690–698.
16. Brunekreef B., Holgate S.T.: Air pollution and health. *Lancet*. 2002 Oct. 19; 360 (9341): 1233–1242.
17. Rabinovitch N., Strand M., Gelfand E.W.: Particulate levels are associated with early asthma worsening in children with persistent disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2006 May 15; 173 (10): 1098–1105.
18. Turner M.C., Krewski D., Pope C.A. 3rd, Chen Y., Gapstur S.M., Thun M.J.: Long-term ambient fine particulate matter air pollution and lung cancer in a large cohort of never-smokers. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2011 Dec. 15; 184 (12): 1374–1381.
19. Pope C.A. 3rd, Burnett R.T., Thun M.J., Calle E.E., Krewski D., Ito K., Thurston G.D.: Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA*. 2002 Mar. 6; 287 (9): 1132–1141.
20. Neupane B., Jerrett M., Burnett R.T., Marrie T., Arain A., Loeb M.: Long-term exposure to ambient air pollution and risk of hospitalization with community-acquired pneumonia in older adults. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2010 Jan. 1; 181 (1): 47–53.
21. Bono R., Romanazzi V., Bellisario V., Tassinari R., Trucco G., Urbino A., Cassardo C., Siniscalco C., Marchetti P., Marcon A.: Air pollution, aeroallergens and admissions to pediatric emergency room for respiratory reasons in Turin, northwestern Italy. *BMC Public Health*. 2016 Aug. 5; 16: 722.
22. Moreno T., Querol X., Alastuey A., Ballester F., Gibbons W.: Airborne particulate matter and premature deaths in urban Europe: the new WHO guidelines and the challenge ahead as illustrated by Spain. *European Journal of Epidemiology*. 2007; 22 (1): 1–5.
23. Boldo E., Medina S., LeTertre A., Hurley F., Mücke H. G., Ballester F. et al.: Aphasis: Health impact assessment of long-term exposure to PM2.5 in 23 European cities. *European Journal of Epidemiology*. 2006 Feb.; 21 (6): 449–458/
24. Ruckerl R., Schneider A., Breitner S., Cyrys J., Peters A.: Health effects of particulate air pollution: A review of epidemiological evidence. *Inhalation Toxicology*. 2011 Aug.; 23 (10): 555–592.
25. Goss C.H., Newsom S.A., Schildcrout J.S., Sheppard L., Kaufman J.D.: Effect of ambient air pollution on pulmonary exacerbations and lung function in cystic fibrosis. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2004 Apr. 1; 169 (7): 816–821.
26. Morgenstern V., Zutavern A., Cyrys J., Brockow I., Gehring U., Koletzko S., Bauer C.P., Reinhardt D., Wichmann H.E., Heinrich J.: Respiratory health and individual estimated exposure to traffic-related air pollutants in a cohort of young children. *Occupational and Environmental Medicine*. 2007 Jan.; 64 (1): 8–16.
27. Wang I.J., Tung T.H., Tang C.S., Zhao Z.H.: Allergens, air pollutants, and childhood allergic diseases. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2016 Jan.; 219 (1): 66–71.
28. Sacks J.D., Stanek L.W., Luben T.J., Johns D.O., Buckley B.J., Brown J.S., Ross M.: Particulate matter-induced health effects: who is susceptible? *Environmental Health Perspectives*. 2011 Apr.; 119 (4): 446–454.



29. Adar S.D., Gold D.R., Coull B.A., Schwartz J., Stone P.H., Suh H.: Focused exposures to airborne traffic particles and heart rate variability in the elderly. *Epidemiology*. 2007 Jan.; 18 (1): 95–103.
30. European Environmental Agency: Air quality in Europe – 2015 report [online]. [dostęp 30 października 2015]. Dostępny w internecie: <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2015>.
31. Parlament Europejski i Rada: Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/18/UE z dnia 4 lipca 2012 r. w sprawie kontroli zagrożeń poważnymi awariami związanymi z substancjami niebezpiecznymi, zmieniająca, a następnie uchylająca dyrektywę Rady 96/82/WE. W: *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej* [online]. [dostęp 24 lipca 2012]. Dostępny w Internecie: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX:32012L0018>.
32. Hoek G., Brunekreef B., Goldbohm S., Fischer P., van den Brandt P.A.: Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study. *Lancet*. 2002 Oct. 19; 360 (9341).
33. Künzli N., Kaiser R., Medina S., Studnicka M., Chanel O., Filliger P., Herry M., Horak F. Jr., Puybonnieux-Textier V., Quénel P., Schneider J., Seethaler R., Vergnaud J.C., Sommer H.: Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet*. 2000 Sep. 2; 356 (9232): 795–801.
34. Gilmour P.S., Ziesenis A., Morrison E.R., Vickers M.A., Drost E.M., Ford I., Karg E., Mossa C., Schroepel A., Ferron G.A., Heyder J., Greaves M., MacNee W., Donaldson K.: Pulmonary and systemic effects of short-term inhalation exposure to ultrafine carbon black particles. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2004 Feb. 15; 195 (1): 35–44.
35. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie: Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w 2015 roku [online]. [dostęp 28 kwietnia 2016]. Dostępny w internecie: [http://www.krakow.pios.gov.pl/publikacje/2016/ocena\\_jakosci\\_powietrza\\_2015.pdf](http://www.krakow.pios.gov.pl/publikacje/2016/ocena_jakosci_powietrza_2015.pdf).
36. Portal Jakości Powietrza [online] Dostępny w internecie: <http://powietrze.gios.gov.pl/ppj/home>.
37. Zielińska J., Brzdęk E.: The application of laryngograph in research of quality of speech signal: the electroglotography method. Recent researches in electrical and computer engineering: proceedings of the 14th International Conference on Instrumentation, Measurement, Circuits and Systems (IMCAS'15) :proceedings of the 3rd International Conference on Acoustics, Speech and Audio Processing (ASAP'15) :proceedings of the 3rd International Conference on Automatic Control, Soft Computing and Human-Machine Interaction (ASME'15) : Salerno, Italy June 27–29, 2015 [online]. Dostępny w internecie: <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2015/Seoul/BIO/BIO-04.pdf>.
38. Nel A., Xia T., Mädler L., Li N.: Toxic potential of materials at the nanolevel. *Science*. 2006 Feb. 3; 311(5761): 622–627.
39. Po J.Y., FitzGerald J.M., Carlsten C.: Respiratory disease associated with solid biomass fuel exposure in rural women and children: systematic review and meta-analysis. *Thorax*. 2011 Mar.; 66 (3): 232–239.
40. Rehfuess E., Mehta S., Prüss-Ustün A.: Assessing household solid fuel use: multiple implications for the Millennium Development Goals. *Environmental Health Perspectives*. 2006 Mar.; 114 (3): 373–378.
41. Sood A.: Indoor fuel exposure and the lung in both developing and developed countries: an update. *Clinics in Chest Medicine*. 2012 Dec.; 33 (4): 649–665.
42. Siddiqui A.R., Gold E.B., Yang X., Lee K., Brown K.H., Bhutta Z.A.: Prenatal exposure to wood fuel smoke and low birth weight. *Environmental Health Perspectives*. 2008 Apr.; 116 (4): 543–549.
43. Romieu I., Sienra-Monge J.J., Ramirez-Aguilar M., Téllez-Rojo M.M., Moreno-Macías H., Reyes-Ruiz N.I., del Río-Navarro B.E., Ruiz-Navarro M.X., Hatch G., Slade R., Hernández-Avila M.: Antioxidant supplementation and lung functions among children with asthma exposed to high levels of air pollutants. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2002 Sep. 1; 166 (5): 703–709.
44. Weichenthal S., Mallach G., Kulka R., Black A., Wheeler A., You H., St-Jean M., Kwiatkowski R., Sharp D.: A randomized double-blind crossover study of indoor air filtration and acute changes in cardiorespiratory health in a First Nations community. *Indoor Air*. 2013 Jun.; 23 (3): 175–184.
45. Frączek K., Górny R.L., Ropek D.: Bioaerosols of subterranean therapy chambers at salt mine health resort. *Aerobiologia (Bologna)*. 2013; 29: 481–493.
46. Kmiecik M.: Subterraneanoterapia w Kopalni Soli „Wieliczka”. Część I. *Balneologia Polska*. 2007; 49 (1): 64–67.
47. Zajac J., Bojar I., Helbin J., Kolarzyk E., Owoc A.: Salt caves as simulation of natural environment and significance of halotherapy. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2014; 21 (1): 124–127.
48. Kostrzon M., Czarnobilski K., Czarnobilska E.: The influence of pulmonary rehabilitation in the Wieliczka Salt Mine on asthma control--preliminary results. *Przegląd Lekarski*. 2015; 72 (12): 716–720.
49. Ponikowska I., Ferson D.: *Nowoczesna medycyna uzdrowiskowa*. Warszawa: Medi Press, 2009. ISBN:9788392133469.
50. Czajka K., Sziwa D., Drobniak M., Latour T.: Porównanie właściwości mikroklimatu i aerozoli w wyrobiskach kopalnianych i naziemnych grotach solnych. *Balneologia Polska*. 2006; 3: 176–181.
51. Frączek K., Górny R.L.: Microbial air quality at Szczawnica sanatorium, Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2011; 18 (1): 63–71.
52. Lazarescu H., Simionca I., Hoteteu M., Munteanu A., Rizea I., Iliuta A., Dumitrascu D., Dumitrescu E.: Surveys on therapeutic effects of „halotherapy chamber with artificial salt-mine environment” on patients with certain chronic allergenic respiratory pathologies and infectious-inflammatory pathologies. *Journal of Medicine and Life*. 2014; 7 Spec No. 2: 83–87.
53. Chervinskaya A.V.: Halotherapy of respiratory diseases. *Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*. 2003; 6: 8–15.
54. Chervinskaya A.V.: Halotherapy in controlled salt chamber microclimate for recovering medicine. *Balneologia Polska*. 2007; 2: 133–141.
55. Kmiecik M.: Subterraneanoterapia in Wieliczka Salt Mine. Uncommon method and place. Part 2. *Acta Balneologica*. 2007; 1: 64–67.
56. Behrbohm H., Kaschke O., Nawka T., Swift A., red. wydania II polskiego Gołąbek W., Stankiewicz Cz.: *Choroby ucha, nosa i gardła z chirurgią głowy i szyi*. Wrocław: Edra Urban & Partner, 2011. ISBN:978-3-13-671203-0.

---

Word count: 3600 Tables: 1 Figures: 7 References: 56

---

Access the article online: DOI: 10.5604/01.3001.0010.0128 Table of content: <http://otolaryngologypl.com/resources/html/articlesList?issuelid=9994>

---

Corresponding author: Remigiusz Ziarno; Studenckie Koło Naukowe przy Klinice Otolaryngologii Uniwersytetu Jagiellońskiego,  
e-mail: [remik365@gmail.com](mailto:remik365@gmail.com)

---

Copyright © 2017 Polish Society of Otorhinolaryngologists Head and Neck Surgeons. Published by Index Copernicus Sp. z o.o. All rights reserved.

---

Competing interests: The authors declare that they have no competing interests.

---

Cite this article as: Ziarno R., Suska A., Kulinowski W., Grudzień-Ziarno A., Kostrzon M., Paciorek M., Składzień J.: Does smog affect the incidence of exacerbations of chronic laryngitis? Analysis based on the inhabitants of Lesser Poland Voivodeship.; *Otolaryngol Pol* 2017; 71 (3): 10-19

---