

Bożena Krogulska
Renata Matuszewska
Marta Bartosik
Adam Krogulski
Maciej Szczotko
Dorota Maziarka

ANALIZA WYSTĘPOWANIA DOLEGLIWOŚCI I OBJAWÓW ZE STRONY UKŁADU ODDECHOWEGO U OSÓB ZATRUDNIONYCH W PRZEMYSŁE NA STANOWISKACH PRACY GENERUJĄCYCH AEROZOL WODNY. BADANIA PILOTAŻOWE JAKOŚCI MIKROBIOLOGICZNEJ POWIETRZA I WODY TECHNOLOGICZNEJ

RESPIRATORY SYMPTOMS AMONG INDUSTRIAL WORKERS EXPOSED TO WATER AEROSOL.
A PILOT STUDY OF PROCESS WATER AND AIR MICROBIAL QUALITY

Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny / National Institute of Public Health – National Institute of Hygiene, Warszawa, Poland
Zakład Higieny Środowiska / Department of Environmental Hygiene

STRESZCZENIE

Wstęp: Przedmiotem badań była ocena częstości występowania dolegliwości ze strony układu oddechowego osób narażonych na aerozol wodny w zakładach przemysłowych oraz wstępna ocena skażenia mikrobiologicznego powietrza i wody technologicznej. **Materiał i metody:** Opracowano ankietę, która zawierała pytania ukierunkowane na warunki pracy oraz występowanie objawów zmian w układzie oddechowym, które mogą sugerować zapalenie płuc, w tym legionelozę. Badania ankietowe przeprowadzono w 9 zakładach mechanicznej obróbki szkła, wzięło w nich udział 131 osób. Badania mikrobiologiczne powietrza i wody wykonano w 1 wybranym zakładzie. W próbkach wody oznaczano obecność bakterii z rodzaju *Legionella* według PN-EN ISO 11731-2:2008 oraz ogólną liczbę mikroorganizmów według PN-EN ISO 6222:2004. Badania ogólnej liczby pleśni i grzybów w powietrzu prowadzono metodą zderzeniową. **Wyniki:** Występowanie ostrych dolegliwości ze strony układu oddechowego odnotowano u 28,2% osób, a dolegliwości przewlekłe u 29% osób. Najczęściej występującą dolegliwością był długotrwały kaszel, który zgłaszało 16% badanych. Rzadziej zgłaszana była duszność wysiłkowa (12,9%), świszczący oddech (12,2%) oraz ból w klatce piersiowej (10,7%). Stwierdzono zwiększone ryzyko kaszlu oraz zespołu ostrych objawów, które mogą sugerować zapalenie płuc w grupie osób wykonujących pracę w odległości do 20 m od źródła aerozolu wodno-powietrznego, w porównaniu z pozostałymi pracownikami. Badania mikrobiologiczne wody technologicznej wykazały obecność bakterii *Legionella pneumophila* w liczbie przekraczającej 1000 jtk/100 ml. Jednocześnie odnotowano wysoką liczbę bakterii i grzybów w powietrzu (> 1000 jtk/m³), których źródłem prawdopodobnie była woda technologiczna. **Wnioski:** Uzyskane dane ankietowe oraz badania pilotażowe skażenia mikrobiologicznego wody i powietrza na stanowiskach pracy wskazują na istnienie realnego zagrożenia zdrowia pracowników narażonych na wdychanie skażonego aerozolu wodnego. Med. Pr. 2013;64(1):47–55

Słowa kluczowe: stanowisko pracy, *Legionella*, aerozole, mikrobiologia, układ oddechowy, badania ankietowe

ABSTRACT

Background: The frequency of respiratory symptoms in workers exposed to water aerosol was evaluated along with the preliminary assessment of microbiological contamination of air and water used in glass processing plants. **Material and Methods:** A questionnaire survey was conducted in 131 workers from 9 glass processing plants. Questions focused on working conditions, respiratory symptoms and smoking habits. A pilot study of air and water microbiological contamination in one glass processing plant was performed. Water samples were tested for *Legionella* in accordance with EN ISO 11731-2:2008 and for total colony count according to PN-EN ISO 6222:2004. Air samples were tested for total numbers of molds and mildews. **Results:** During the year preceding the survey acute respiratory symptoms occurred in 28.2% of participants, while chronic symptoms were reported by 29% of respondents. Increased risks of cough and acute symptoms suggestive of pneumonia were found among the respondents working at a distance up to 20 m from the source of water aerosol compared to other workers (OR = 2.7), with no difference in the frequency of other symptoms. A microbiological analysis of water samples from selected glass plant revealed the presence of *L. pneumophila*,

exceeding 1000 cfu/100 ml. The number of bacteria and fungi detected in air samples (above 1000 cfu/m³) suggested that water aerosol at workplaces can be one of the sources of the air microbial contamination. **Conclusions:** The questionnaire survey revealed an increased risk of cough and acute symptoms suggestive of pneumonia in the group working at a shortest distance from the source of water aerosol. *Med Pr* 2013;64(1):47–55

Key words: workplace, *Legionella*, aerosols, microbiology, respiratory system, self report

Adres autorów: Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Zakład Higieny Środowiska, ul. Chocimska 24, 01-791 Warszawa, e-mail: bkrogulska@pzh.gov.pl
Nadesłano: 19 października 2012, zatwierdzono: 5 grudnia 2012

WSTĘP

Wyniki badań prowadzonych w ostatnich latach w wielu krajach wskazują, że około 87% czasu ludzie przebywają w pomieszczeniach budynków, z czego duża część przypada na czas spędzony w miejscu pracy. Jednym z czynników mogących stwarzać zagrożenie dla zdrowia na stanowiskach pracy są urządzenia wydzielające skażony aerosol wodny do powietrza. Mikroorganizmy występujące naturalnie w powietrzu są w większości nieszkodliwe dla człowieka. W przypadku występowania dodatkowego źródła skażenia, wynikającego z obecności mikroorganizmów patogennych w wodzie technologicznej na stanowiskach pracy, ryzyko wystąpienia zakażeń układu oddechowego jest jednak większe (1,2). Odpowiednio wysoka wilgotność powietrza i długotrwały czas ekspozycji pracownika zakładów przemysłowych na tego typu zagrożenia może wiązać się z licznymi dysfunkcjami układu oddechowego, takimi jak astma, alergiczny nieżyt błony śluzowej nosa, zapalenie oskrzeli, niewydolność oddechowa, choroby układu sercowo-naczyniowego, nieżyty przewodu pokarmowego, gruźlica, reakcje alergiczne, a także zapalenie zatok obocznych nosa, zapalenie spojówek i ostre infekcje wirusowe górnych dróg oddechowych (3). Zagrożenie dla zdrowia ludzi mogą stwarzać nie tylko same drobnoustroje, ale także ich metabolity – endotoksyny i mykotoksyny, które w bioaerozolach odgrywają znaczącą rolę, powodując reakcje zapalne i przyczyniając się do pogorszenia funkcji płuc (3–6).

Jednym z mikroorganizmów, który może występować w bioaerozolu i może stanowić poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi, są bakterie z rodzaju *Legionella* (7–9). Zakażenie tymi bakteriami następuje poprzez wdychanie zawierającego te mikroorganizmy aerozolu wodnego, którego źródłem są kolonizowane przez nie instalacje wodne różnego typu i przeznaczenia (9,10). Podatne są na nią zwłaszcza systemy przesyłu wody ciepłej

o temperaturze 20–40°C, których konstrukcja sprzyja zastojom wody i tworzeniu się obrostów mikrobiologicznych na wewnętrznej powierzchni urządzeń i systemów wodnych (1,2,8,10–12). Obraz kliniczny choroby rozwijającej się w następstwie zakażenia drogą wziewną może przybierać formę legionelozy płucnej, przebiegającej w postaci zapalenia płuc, zwykle o ciężkim przebiegu, z dominującymi objawami ze strony układu oddechowego lub tzw. gorączki Pontiac, która przebiega z podwyższoną ciepłotą ciała oraz rozlanymi bólami mięśniowymi i stawowymi (1,2).

Z uwagi na rozpowszechnienie kolonizacji instalacji wodnych ryzyko zakażenia dotyczy dużej części populacji, w tym osób narażonych na wdychanie skażonego aerozolu wodnego w trakcie wykonywania pracy zawodowej. Opisywano przypadki zakażenia bakteriami z rodzaju *Legionella* m.in. u pracowników zakładów opieki zdrowotnej i gabinetów stomatologicznych (13–16), obsługi systemów klimatyzacyjnych i chłodzących (17), pracowników oczyszczalni ścieków (18) oraz zatrudnionych przy obsłudze różnego rodzaju urządzeń czyszczących i myjących w przemyśle maszynowym i spożywczym (19–22). Stosowane w zakładach mechanicznej obróbki szkła urządzenia myjące powodują powstawanie aerozolu wodnego, na który narażeni są pracownicy zatrudnieni przy ich obsłudze oraz w ich bezpośredniej bliskości, jednak nie ma danych o rejestrowanych wśród nich przypadkach legionelozy.

Celem przedstawianej pracy była analiza rodzaju i częstości występowania dolegliwości ze strony układu oddechowego. Została ona przeprowadzona na podstawie badania ankietowego, którym objęto pracowników wybranych zakładów mechanicznej obróbki szkła narażonych na aerosol wodny. Wstępnie oceniono także jakość mikrobiologiczną powietrza na stanowiskach pracy i wody pobranej z urządzeń generujących aerosol wodny (badania pilotażowe).

MATERIAŁ I METODY

Badanie ankietowe

Badaniem objęto ogółem 131 osób zatrudnionych w 9 zakładach mechanicznej obróbki szkła należących do przedsiębiorstwa, które ma oddziały w różnych częściach Polski. Badanie ankietowe przeprowadzono na stanowiskach pracy. Uzyskano odpowiedzi od wszystkich pracowników danej zmiany zatrudnionych w dniu badania bezpośrednio przy produkcji, którzy wyrazili zgodę na wzięcie udziału w badaniu. Ankieta obejmowała 5 grup danych:

1. Dane demograficzne: wiek, płeć, miejsce zamieszkania (miasto/wieś).
2. Dane dotyczące pracy zawodowej i rekreacji:
 - czas pracy w danym zakładzie i na określonym stanowisku,
 - rodzaj wykonywanych czynności,
 - odległość stanowiska pracy od źródła aerozolu wodnego,
 - wywiady dotyczące wcześniejszego zatrudnienia z uwzględnieniem narażenia na:
 - potencjalnie szkodliwe czynniki biologiczne, chemiczne i fizyczne,
 - korzystanie z natrysku w miejscu pracy (co najmniej 3 razy w tygodniu),
 - korzystanie z rekreacji wodnej (co najmniej 1 raz w roku: basen kąpielowy, basen z hydromasażem i inne).
3. Dane dotyczące stwierdzanych w przeszłości chorób układu oddechowego, hospitalizacji z ich powodu oraz długotrwałych dolegliwości, które obejmowały:
 - kaszel utrzymujący się przez co najmniej 3 miesiące w ciągu 2 ostatnich lat,
 - stałą lub nawracającą duszność wysiłkową, występującą systematycznie i odczuwaną nie rzadziej niż co 4 tygodnie,
 - nawracający lub długotrwały ból w klatce piersiowej,
 - świszczący oddech.
4. Dane dotyczące ostrych objawów ze strony układu oddechowego z towarzyszeniem objawów ogólnych lub bez nich, które występowały w ciągu minionego roku poprzedzającego badanie; występowanie zespołu objawów mogących odpowiadać legionellozie płucnej i gorączce Pontiac, na który składało się jednoczesne występowanie gorączki, dreszczy, bólów mięśniowych i/lub stawowych, bólów głowy, z towarzyszeniem duszności, kaszlu i ucisku w klatce piersiowej.

5. Dane dotyczące palenia papierosów odnosiły się do wieku w chwili rozpoczęcia palenia, przeciętnej liczby papierosów wypalanych dziennie, prób zaprzestania palenia i przerw w paleniu papierosów dłuższych niż 1 rok. W przypadku byłych palaczy pytano także o wiek, w którym zaprzestali palenia.

W trakcie przeprowadzania ankiety dokonywano pomiaru odległości stanowiska pracy od źródła aerozolu wodnego. Stanowiła ona podstawę różnicowania stopnia narażenia pracowników i pozwoliła na wyodrębnienie 2 grup badanych:

- osoby zatrudnione w bezpośredniej bliskości urządzeń wytwarzających aerozol wodny, które przez większą część czasu pracy przebywały w odległości do 20 m od tego punktu;
- osoby, których stanowisko pracy znajdowało się w odległości ponad 20 m od źródła aerozolu.

Odległość tę wybrano z uwagi na występujące u pierwszej z powyższych grup bezpośrednie narażenie na wdychanie aerozolu wodnego tuż po jego uwolnieniu z urządzeń technologicznych, które nie występowało u pracowników drugiej grupy. Następnie poddano ocenie różnice demograficzne występujące między powyższymi grupami, związane długością i przebiegiem zatrudnienia, różnice dotyczące palenia papierosów i zachowań mogących mieć wpływ na ryzyko zakażenia bakteriami z rodzaju *Legionella*, weryfikując ich istotność statystyczną testem chi-kwadrat.

W dalszym etapie badania dokonano porównania częstości występowania ostrych i przewlekłych dolegliwości ze strony układu oddechowego u pracowników obu powyższych grup z uwzględnieniem wieku, płci, palenia papierosów, stosując analizę regresji logistycznej i obliczając skorygowany iloraz szans przy 95-procentowym przedziale ufności.

Badania mikrobiologiczne powietrza i wody technologicznej

Próbki wody i powietrza pobierano równocześnie w punktach na stanowiskach pracy, na których był generowany aerozol wodny. W próbkach wody technologicznej (1000 ml) oznaczano obecność bakterii z rodzaju *Legionella* według normy PN-EN ISO 11731-2:2008 (23) oraz ogólną liczbę mikroorganizmów według PN-EN ISO 6222:2004 (24).

Badanie mikrobiologiczne zanieczyszczenia próbek powietrza prowadzono metodą zderzeniową przy użyciu aparatów: Micro Bio (Air Sampler MB 1 plus, prod. De Ville, Wielka Brytania) i MAS-100 (prod. Merck, Niemcy). Wykonano oznaczenia w kie-

runku ogólnej liczby bakterii oraz ogólnej liczby pleśni i grzybów. Objętość pobieranych próbek powietrza wynosiła 100–300 l dla ogólnej liczby bakterii, pleśni i grzybów.

WYNIKI

Badaniami ankietowymi objęto ogółem 131 pracowników w wieku 18–57 lat (średnia: 32,1 lat) zatrudnionych bezpośrednio przy produkcji, w tym 113 mężczyzn (86,3%) i 18 kobiet (13,7%). Czas zatrudnienia osób badanych wynosił od 3 miesięcy do 15 lat (średnia: 4,4 roku). W badanej grupie papierosy paliło łącznie 68 osób (51,9%). Byli palacze stanowili 25,2% ankietowanych, natomiast niepalący – 22,9%. Łącznie grupa osób kiedykolwiek palących liczyła 101 osób (71,1%). Liczba wypalanych papierosów wynosiła przeciętnie 7,3 paczkołat. Z natrysków znajdujących się na terenie zakładów pracy korzystało co najmniej 3 razy tygodniowo 58 badanych (44,2%), a basen kąpielowy lub aquapark był odwiedzany co najmniej raz w roku przez 69 osób (52,7%). Odległość stanowisk pracy od źródeł aerozolu wynosiła 1–200 m (średnia: 40,1).

Ostre dolegliwości ze strony układu oddechowego w ciągu roku poprzedzającego badanie zgłosiło 37 badanych (28,2%). Przeważały objawy nieżytu górnych dróg oddechowych – katar z niedrożnością nosa, ból gardła, kaszel, niekiedy z towarzyszeniem podwyższonej ciepłoty ciała. U żadnego z badanych objawy te nie trwały dłużej niż 3 tygodnie. Z powyższej grupy 7 osób zgłaszało wystąpienie zespołu objawów mogących nasuwać podejrzenie legionelozy, w tym postaci płucnej tej choroby. Na zespół składało się jednoczesne występowanie podwyższonej ciepłoty ciała, kaszlu, duszności, bólu lub ucisku w klatce piersiowej oraz rozlanych bólów mięśniowych i stawowych. Należy jednak podkreślić, że powyższy niespecyficzny zespół nie może stanowić podstawy do rozpoznania legionelozy, lecz co najwyżej wskazywać na taką możliwość. Żaden z ankietowanych pracowników w trakcie zatrudnienia w omawianych zakładach nie wymagał leczenia szpitalnego z powodu dolegliwości czy choroby układu oddechowego.

Występowanie przewlekłych dolegliwości ze strony układu oddechowego zgłosiło ogółem 38 badanych (29%). Najczęściej występującą dolegliwością był długotrwały kaszel, który zgłaszało 16% badanych, spośród których 62,3% było palaczami papierosów. Rzadziej zgłaszana była nawracająca duszność wysiłkowa (12,9%), świszczący oddech (12,2%) i ból w klatce piersiowej (10,7%).

Odległość stanowiska pracy od źródła aerozolu wodnego przyjęto jako podstawę zróżnicowania narażenia pracowników na ten czynnik. Wyodrębniono grupę osób zatrudnionych w bezpośredniej bliskości źródła aerozolu wodnego, które przez większą część pracy znajdowały się w odległości od niego nieprzekraczającej 20 m, oraz grupę osób, których stanowiska pracy znajdowały się w odległości większej niż 20 m od źródła aerozolu. Liczba pracowników w powyższych grupach była podobna (odpowiednio: 64 osoby i 67 osób).

Porównanie danych demograficznych dotyczących zatrudnienia oraz zachowań mogących wiązać się z ryzykiem zakażenia bakteriami *Legionella* w obu grupach oraz ocena istotności statystycznej różnic przy pomocy testu chi-kwadrat wykazały, że nie ma różnic dotyczących wieku, procentowego udziału osób palących papierosy i byłych palaczy, czasu zatrudnienia w zakładzie obróbki szkła, częstości zamieszkania w mieście oraz korzystania z basenu kąpielowego i masażu wodnych. W obu grupach zaznaczała się przewaga mężczyzn, natomiast ich udział był większy w grupie osób wykonujących pracę w pobliżu źródła aerozolu wodnego ($p < 0,05$). Osoby z tej grupy częściej korzystały z prysznicza na terenie zakładu pracy (tab. 1).

W dalszym etapie badania – stosując analizę regresji logistycznej i wyliczając skorygowany iloraz szans (odds ratio) dla 95% przedziału ufności – porównano częstość ostrych i przewlekłych dolegliwości ze strony układu oddechowego we wspomnianych wyżej 2 badanych grupach zatrudnionych. Zostały one wyodrębnione na podstawie odległości stanowiska pracy od źródła aerozolu wodnego, z uwzględnieniem wieku, płci i palenia papierosów (tab. 2).

W wytypowanym zakładzie obróbki szkła wykonano pilotażowe badania mikrobiologiczne wody technologicznej (5 próbek) w kierunku ogólnej liczby mikroorganizmów w 30°C i pałeczek *Legionella*. Próbkę wody pobrano z linii technologicznych – otwartych zbiorników myjek pionowych (4 próbki) i zbiornika otwartego szlifierki poziomej. Wyniki badań wykazały obecność bakterii z rodzaju *Legionella* w próbkach wody pobranych z otwartych zbiorników myjek pionowych, a ich liczba wynosiła od $7,1 \times 10^3$ jtk/100 ml do $2,9 \times 10^4$ jtk/100 ml. Nie stwierdzono obecności najbardziej niebezpiecznej pod względem zdrowotnym *Legionella pneumophila* serogrupy 1 (sg1), a wszystkie wyizolowane szczepy oznaczono jako *Legionella pneumophila* sg 2–14. Odnotowana ogólna liczba mikroorganizmów w temperaturze inkubacji 30°C wynosiła od $3,7 \times 10^3$ jtk/ml do $3,9 \times 10^5$ jtk/ml. Temperatura wody

Tabela 1. Charakterystyka badanej grupy pracowników zakładów obróbki szkła z uwzględnieniem odległości stanowiska pracy od źródła aerozolu wodnego
Table 1. Characteristics of the study groups of workers employed in glass processing plants by the workplace distance from the source of water aerosol

Parametr Parameter	Charakterystyka Characteristics	
	> 20 m od źródła aerozolu wodnego > 20 m from the source of bioaerosol	≤ 20 m od źródła aerozolu wodnego ≤ 20 m from the source of bioaerosol
Badani (w sumie) / Respondents (total) [n (%)]	67 (51)	64 (49)
mężczyźni / males	54 (81)	59 (92)*
kobiety / females	13 (19)	5 (8)
Wiek (średnia) [w latach] / Age (mean) [years]	34,4	33,2
Palenie papierosów / Smoking [n (%)]		
aktualnie palący / current smokers	34 (51)	34 (53)
byli palacze / former smokers	19 (28)	14 (22)
nigdy niepalący / non-smokers	14 (21)	16 (25)
obecni i byli palacze (w sumie) / current and former smokers (total)	53 (79)	48 (75)
Papierosy wypalane przez palaczy i byłych palaczy [w paczkolatach] / Cigarettes smoked by current and former smokers [pack-years]	6,5	7,5
Miejsce zamieszkania (miasto) / Residence place (town) [n (%)]	64 (49)	67 (51)
Średni czas zatrudnienia w zakładzie pracy, w którym przeprowadzono ankietę [w latach] / Mean employment time in the glass processing plants [years] included in the study	4,2	4,6
Korzystanie z prysznicy w zakładzie pracy > 3× tyg. / Taking a shower at the workplace > 3 times per week [n (%)]	24 (37)	33 (52)*
Korzystanie z basenu kąpielowego/aquaparku > 1× w roku / Using a swimming pool/aquapark > once per year [n (%)]	36 (54)	33 (52)

* p < 0,05.

Tabela 2. Częstość występowania dolegliwości ze strony układu oddechowego w zależności od odległości stanowiska pracy od źródła generowanego aerozolu wodnego
Table 2. Frequency of respiratory symptoms in the groups of respondents working at a distance up to and above 20 m from the source of water aerosol

Objawy Symptoms	Częstość występowania dolegliwości Frequency of symptoms			
	> 20 m od źródła aerozolu wodnego > 20 m from the source of bioaerosol		≤ 20 m od źródła aerozolu wodnego ≤ 20 m from the source of bioaerosol	
	%	OR	%	OR
Ostry nieżyt górnych dróg oddechowych / Symptoms of acute upper respiratory tract infection	22,4	1	20,3	0,9
Ostry zespół objawów mogący nasuwać podejrzenie zapalenia płuc, w tym legionelozy / Acute symptoms suggestive of pneumonia (including legionellosis)	2,9	1	7,8	2,7
Przewlekły kaszel / Chronic cough	13,4	1	18,8	1,5
Duszność wysiłkowa / Exertional dyspnoea	16,4	1	9,4	0,5
Ból w klatce piersiowej / Chest pain	7,4	1	14,1	2,0
Świszczący oddech / Wheezing	10,5	1	14,1	2,4
W sumie / Total	25,4	1	31,3	1,3

OR – iloraz szans / odds ratio.

pobranych próbek ze zbiorników mycia wstępnego wynosiła 34,7–42,5°C, a w zbiornikach mycia zasadniczego – 25,4–30,7°C. Temperatura wody w zbiorniku zasilającym szlifierkę poziomą wynosiła 29,6°C.

W hali produkcyjnej, w celu oznaczenia ogólnej liczby bakterii oraz ogólnej liczby pleśni i grzybów pobrano do badań próbki powietrza w 4 punktach pomiarowych (w tym jednym kontrolnym). Wytypowano 3 urządzenia (szlifierka pozioma szkła, 2 myjki pionowe), które w trakcie pracy generują powstawanie aerozolu wodnego w bezpośrednim sąsiedztwie.

Oznaczenia mikrobiologiczne powietrza prowadzono w bezpośrednim sąsiedztwie urządzeń generujących aerozol podczas ich standardowej pracy oraz w punkcie oddalonym od wytypowanych maszyn co najmniej o 30 m (próbka kontrolna). W każdym punkcie pomiarowym oznaczano również temperaturę i wilgotność powietrza. Tylko w bezpośrednim sąsiedztwie jednej z analizowanych myjek pionowych (L-2) stwierdzono znacznie większe wysycenie powietrza parą wodną (wilgotność do 96, 4%) niż w punkcie pomiarowym odległym od niej o 30 m (44,5%). W pozostałych 2 punktach wilgotność powietrza tylko nieznacznie przewyższała pomiar wykonany w punkcie usytuowanym na końcu hali i wynosiła przy szlifierce poziomej do 55% i przy myjce pionowej L-1 – 50%. Temperatura we wszystkich punktach pomiarowych była zbliżona i wynosiła 22,1–25,8°C.

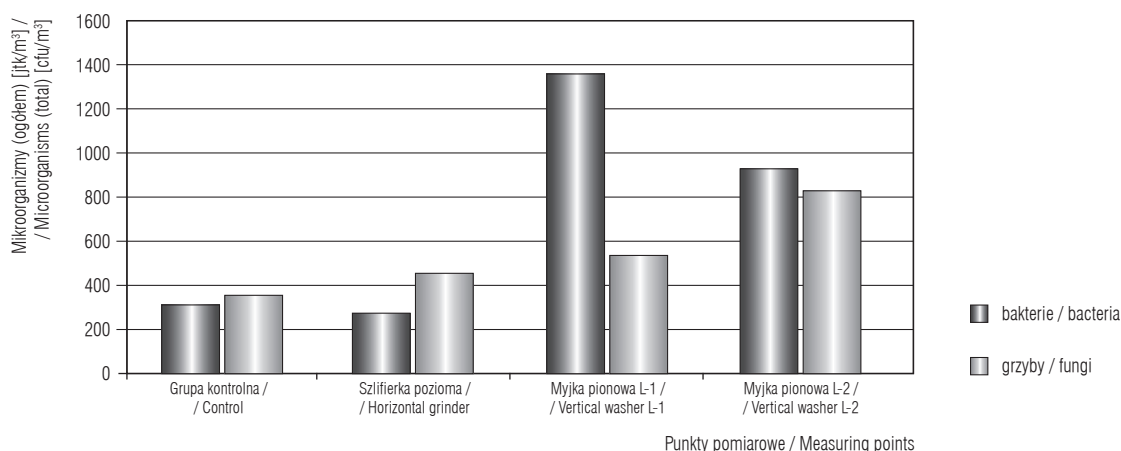
W pobliżu obu myjek pionowych stężenie zarówno bakterii, jak i grzybów było wyższe od ich stężenia w punkcie kontrolnym. W przypadku badanych myjek pionowych odnotowane stężenie bakterii i grzybów w powietrzu (ok. 10^3 jtk/m³) było równie wysokie jak stężenie tych drobnoustrojów w wodzie zasilającej urządzenia (średnia: 10^4 jtk/ml). Z kolei w przypadku

szlifierki poziomej mimo odnotowanej wysokiej liczby mikroorganizmów w wodzie zasilającej ($> 10^5$ jtk/ml) w próbkach badanego powietrza nie stwierdzono tak wysokiego zanieczyszczenia ($< 5,0 \times 10^2$ jtk/m³). W powietrzu w pobliżu szlifierki poziomej stężenia zarówno bakterii, jak i grzybów nie różniły się istotnie od wartości uzyskanych w punkcie kontrolnym (ryc. 1).

OMÓWIENIE

Zakłady obróbki szkła, w których przeprowadzono badanie, to centra produkcyjne wyposażone w najnowocześniejsze technologie. Badanie ankietowe oraz środowiskowe przeprowadzono w zakładach obróbki szkła, w których pracownicy zajmują się krojeniem, szlifowaniem szkła, wierceniem otworów w szkłe, hartowaniem, polerowaniem szkła i montażem szyb zespolonych. Należy też podkreślić, że dokłada się tam niezbędnych starań w celu zapewnienia optymalnych warunków pracy. Specyfika produkcji wymaga stosowania otwartych zbiorników wodnych i urządzeń służących m.in. do schładzania wyrobów podczas ich obróbki. Woda wykorzystywana w procesach technologicznych, szczególnie w urządzeniach generujących aerozol wodny, może być poważnym źródłem zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza wdychanego przez pracowników. W aerozolu wodnym mogą być obecne zarówno grzyby, jak i bakterie, w tym bakterie z rodzaju *Legionella*.

Analiza wyników badań ankietowych grupy osób pracujących w odległości do 20 m włącznie od źródła aerozolu wodno-powietrznego i powyżej 20 m od generowanego aerozolu pokazuje, że obie badane grupy cechuje znaczna przewaga mężczyzn, wysoki udział osób palących i znaczny odsetek zgłaszających dolegliwości



Ryc. 1. Ogólna liczba bakterii i grzybów w powietrzu w pobliżu urządzeń generujących aerozol wodny
Fig. 1. Total count of bacteria and fungi in the air around aerosol generating devices

ze strony układu oddechowego, zarówno o charakterze ostrym, jak i przewlekłym. W ocenie porównawczej częstości dolegliwości ze strony układu oddechowego w obu grupach zwraca uwagę przede wszystkim wyraźnie podwyższone ryzyko występowania nieswoistego zespołu ostrych objawów, które mogą sugerować m.in. legionelozę, dotyczące osób pracujących w bezpośrednim narażeniu na aerozol wodny. Osoby z tej grupy znamienne częściej korzystały także z natrysków w zakładzie pracy, co może być dodatkowym, poza aerozolem wytwarzanym przez urządzenia przemysłowe, potencjalnym źródłem zakażenia, które wymaga kontroli.

Wspomniany wyżej niespecyficzny obraz kliniczny, opisywany przez pacjentów wypełniających ankietę, nie pozwala na ustalenie określonego rozpoznania i może jedynie wskazywać na możliwość wystąpienia legionelozy, w tym zwłaszcza gorączki Pontiac. Z uwagi na stosunkowo łagodny przebieg kliniczny choroby (żaden z badanych nie wymagał hospitalizacji, a jedynie 4 osoby były leczone antybiotykami) mniej prawdopodobna jest płucna postać legionelozy.

Wystąpienie opisanego zespołu dolegliwości może sugerować celowość skierowania pacjenta na serologiczne badania diagnostyczne, takie jak oznaczanie obecności antygeny pałeczek *Legionella* w moczu lub poziomu przeciwciał dla *Legionella pneumophila* w surowicy krwi. Może być też przesłanką do bardziej wnikliwego nadzoru nad stanem technicznym i higienicznym przemysłowych i sanitarnych urządzeń wodnych. W grupie osób bezpośrednio narażonych na aerozol wodny zwiększone było także (choć w mniejszym stopniu) ryzyko wystąpienia bólu w klatce piersiowej i długotrwałego kaszlu. Nie dotyczyło to natomiast duszności wysiłkowej ani częstości wystąpienia ostrych zakażeń górnych dróg oddechowych.

Specyfika narażenia pracowników w zakładach mechanicznej obróbki szkła poza ekspozycją na aerozol wodny obejmuje także inne czynniki, które mogą powodować występowanie dolegliwości ze strony układu oddechowego, w tym pył, jednak w tym przypadku narażenie dotyczy w równym stopniu obu badanych grup pracowników.

Przeprowadzenie audytu w zakładach przemysłowych mechanicznej obróbki szkła i zapoznanie się z rozmieszczeniem, konstrukcją, działaniem i stanem techniczno-sanitarnym urządzeń generujących aerozol wodny wykazało, że w urządzeniach (takich jak myjki, szlifierki, zbiorniki do magazynowania wody), będących wyposażeniem zakładów, występują sprzyjające warunki do namnażania się pałeczek *Legionella* i innych mikroorganizmów (temp. wody: 25,4–42,5°C; biofilm, korozja,

osady). Potwierdziły to wyniki badań mikrobiologicznych wody technologicznej, pobranej z tych urządzeń, w których wykazano zarówno wysoką ogólną liczbę bakterii (10^3 – 10^5 jtk/ml), jak i pałeczek *Legionella pneumophila* (10^3 – 10^4 jtk/100 ml). Wyniki badań powietrza wykazały najwyższe stężenie bakterii, pleśni i grzybów (ok. 10^3 jtk/m³) w pobliżu myjek pionowych. Obecność mikroorganizmów w wodzie technologicznej może więc stanowić poważne źródło skażenia powietrza na stanowiskach pracy.

Opublikowano liczne doniesienia o przypadkach zakażeń pałeczkami *Legionella* w obiektach przemysłowych (19,25–29). W raporcie z 1996 r. dotyczącym występowania legionelozy w Anglii i Walii odnotowano 6 zbiorowych zachorowań, które były następstwem zakażenia pracowników zakładów przemysłowych (27). Podobnie analizując 19 przypadków zachorowań na postać płucną legionelozy, zarejestrowanych w latach 2001–2004 w Trondheim w Norwegii, stwierdzono, że co najmniej 4 z nich były związane z narażeniem w przemyśle. W 3 przypadkach bakterie *Legionella* izolowano z wody z wież chłodniczych, w jednym – z wody z prysznicza na terenie zakładu przemysłowego (18).

Źródła zakażenia związane z przemysłowymi systemami wodnymi mogą stanowić zagrożenie nie tylko dla osób zatrudnionych w tych obiektach, ale także dla mieszkańców w pobliżu. Wykazano to np. w przypadku 86 zachorowań, których przyczyną był zakażony aerozol wodny, wytwarzany przez wieże chłodnicze rafinerii naftowej we Francji (30). W latach 2002–2007 skażony aerozol wodny pochodzący z przemysłowych wież chłodniczych był przyczyną 44 ognisk legionelozy, obejmujących 1175 zachorowań (dane Europejskiej Grupy Roboczej ds. Zakażeń *Legionella*) (30).

Doniesienia o przypadkach legionelozy wśród pracowników zakładów przemysłowych dotyczą osób zatrudnionych w różnych gałęziach przemysłu, w tym obsługi przemysłowych oczyszczalni ścieków (29), pracowników zakładów ceramicznych (19), cukrowni (20), wytwórni urządzeń budowlanych, w której poddawano czyszczeniu elementy metalowe (26), oraz wytwórni silników samochodowych (21). W wodzie technologicznej w powyższych przypadkach bakterie *L. pneumophila* były wykrywane w liczbie od 10^3 jtk/ml do 10^5 jtk/ml.

W Polsce istnieje obowiązek zgłaszania stwierdzonych przypadków legionelozy zgodnie z Ustawą z dnia 5 grudnia 2008 r. o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi (31). W rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla

zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki, bakterie *Legionella* spp. i *Legionella pneumophila* zostały sklasyfikowane w grupie 2. jako czynniki, które mogą wywołać choroby ludzi i być niebezpieczne dla pracowników (32).

WNIOSKI

1. Wykazano, że stosowane w zakładach przemysłowych urządzenia generujące aerozol wodny mogą być znaczącym źródłem skażenia powietrza na stanowiskach pracy.
2. Wykrycie w wodzie z urządzeń generujących aerozol wodny bakterii z rodzaju *Legionella* wskazuje na konieczność prowadzenia okresowego monitoringu jakości mikrobiologicznej wody i wdrożenia działań zapobiegających namnażaniu się mikroorganizmów w otwartych obiegach wody technologicznej.
3. Stwierdzenie w badaniu ankietowym większego ryzyka wystąpienia zespołu ostrych dolegliwości ze strony układu oddechowego oraz rozlanych bólów mięśni i stawów u pracowników zatrudnionych w bezpośredniej bliskości źródła aerozolu wodnego powinno skłaniać do uwzględnienia w diagnostyce różnicowej powyższych dolegliwości w tej grupie osób podejrzenia legionellozy, a zwłaszcza gorączki Pontiac. W tych przypadkach wydaje się być celowym kierowanie pracowników na serologiczne badania diagnostyczne, takie jak wykrywanie antygeny pałeczek *Legionella* w moczu lub poziomem przeciwciał dla *Legionella pneumophila* w surowicy krwi.

PIŚMIENNICTWO

1. Breiman R.F., Butler J.C.: Legionnaires' disease: clinical, epidemiological and public health perspectives. *Semin. Respir. Infect.* 1998;13:84–89
2. Carratala J., Garcia-Vidal C.: An update on *Legionella*. *Curr. Opin. Infect. Dis.* 2010;23:152–157
3. Thorn J.: The inflammatory response in humans after inhalation of bacterial endotoxin: A review. *Inflamm. Res.* 2001;50:254–261
4. Rylander R., Bake B., Fischer J.J.: Pulmonary function and symptoms after the inhalation of endotoxin. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1989;140:981–986
5. Zapór L., Gołofit-Szymczak M.: Czynniki biologiczne w środowisku pracy – ocena ryzyka zawodowego. *Bezpiecz. Pr.* 2008;2:6–9
6. Dutkiewicz J., Górny R.L.: Biologiczne czynniki szkodliwe dla zdrowia – klasyfikacja i kryteria oceny narażenia. *Med. Pr.* 2002;53(1):29–39
7. Stojek N.M.: Zagrożenia bakteriami z rodzaju *Legionella* w środowisku pracy. *Podst. Metody Oceny Środ. Pr.* 2004;3(41):61–67
8. Matuszewska R., Krogulska B.: Występowanie bakterii z rodzaju *Legionella* w obiegach wód chłodniczych. *Rocz. Państw. Zakł. Hig.* 2008;59(4):445–454
9. Krogulska B., Matuszewska R., Stypułkowska-Misiurewicz H., Pancer K.: Occurrence of *Legionella* in water from dental units and estimation of antibiotic resistance of isolated strains. ASM Press, Washington 2002, ss. 295–297
10. Matuszewska R., Krogulska B.: Zagrożenie zdrowia ludzi związane z zakażeniem wód urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych bakteriami z rodzaju *Legionella*. *Med. Środ.* 2002;5(Supl. 1):13
11. Sabria M., Yu V.L.: Hospital acquired legionellosis – solution for a preventable infection. *Lancet Infect. Dis.* 2002;2:368–373
12. Kusnetsov J.M., Martikainen P.J., Jousimies-Somer H.R., Välsä-Nen M.L., Tulkki A.J., Ahonen H.E. i wsp.: Physical, chemical and microbiological water characteristics associated with the occurrence of *Legionella* in cooling tower systems. *Water Res.* 1993;27:85–90
13. Rudbeck M., Viskum S., Moelbak K., Uldum S.A.: *Legionella* antibodies in a Danish hospital staff with known occupational exposure. *J. Environ. Public Health* 2009: 812–829
14. Borella P., Bargellini A., Marchesi I., Rovesti S., Stancanelli G., Scaltriti S. i wsp.: Prevalence of antilegionella antibodies among hospital workers. *J. Hosp. Infect.* 2008;69:148–155
15. Hautemaniere A., Remen T., Mathieu L., Deloge Abarakan M., Hartemann P., Zmiroù-Navier D.: Pontiac fever among retirement home nurses associated with airborne *Legionella*. *J. Hosp. Infect.* 2011;78:269–273
16. Napoli C., Tatò D., Montagna M.T.: Assessment of occupational risk of *Legionella* sp. infection among dental health care personnel. *Ig. Sanita Pubblica* 2007;63:683–689
17. Tran Minh N.N., Ilef D., Jarraud S., Rouil L., Campese C., Che D. i wsp.: A community outbreak of Legionnaires' disease linked to industrial cooling towers – how far can airborne transmission spread. *J. Infect. Dis.* 2006;193:102–111
18. Gregersen P., Grunnet K., Uldum S.A., Andersen B.H., Madsen H.: Pontiac fever at a sewage treatment plant in the food industry. *Scand. J. Work Environ. Health* 1999;25:291–295
19. Bellido-Blasco J.B., Pelaz Antolin C., Delas-Gonzales M.A., Sarrión-Martinez J., Moreno-Muñoz M.R., Her-

- rero-Carot C.: Aggregation of casus of *Legionella pneumo-*
nia in workers related to the ceramic industry in Castel-
lon, Spain 2006. Rev. Esp. Salud Publica 2008;82:111–116
20. Castor M.L., Wagstrom E.A., Danila R.N., Smith K.E.,
Naimi T.S., Besser J.M. i wsp.: An outbreak of Pontiac
fever with respiratory distress among workers performing
high pressure cleaning at a sugar-beet processing plant.
J. Infect. Dis. 2005;191:1530–1537
21. Fry A.M., Rutman M., Allan T., Salehi E., Benson R.,
Fields B. i wsp.: Legionnaires' disease outbreak in an
automobile engine manufacturing plant. J. Infect.
Dis. 2003;187:1015–1018
22. Allen K.W., Prempeh H., Osman M.S.: *Legionella pneu-*
mophila from a novel industry aerosol. Commun. Dis.
Public Health 1999;2:294–296
23. PN-EN ISO 11731-2:2008 Jakość wody – Wykrywanie
i oznaczanie ilościowe bakterii z rodzaju *Legionella* –
Część 2: Metoda filtracji membranowej dla wód o małej
liczbie bakterii
24. PN-EN ISO 6222:2004 Jakość wody – Oznaczanie ilościowe
mikroorganizmów zdolnych do wzrostu – Określanie ogól-
nej liczby kolonii metodą posiewu na agarze odżywczym
25. Nygård K., Werner-Johansen O., Ronsen S., Caugant D.A.,
Simonsen O., Kanestrøm A. i wsp.: An outbreak of Legio-
naires' disease caused by long-distance spread from an
industrial air scrubber in Sarpsborg, Norway. Clin. Infect.
Dis. 2008;46:61–69
26. Coetzee N., Liu W.K., Astbury N., Williams P., Robin-
son S., Afza M. i wsp.: Legionnaires' disease cluster lin-
ked to a metal product aqueous pretreatment process,
Staffordshire, England, May 2008. Eurosurveillance
2009;14:558–560
27. Joseph C.A., Harrison T.G., Ilijic-Car D., Bartlett D.L.:
Legionnaires' disease in England and Wales: 1996. Com-
mun. Dis. Rep. CDR Rev. 1997;7:R153–R159
28. Garasen H., Sagvik E., Kvendbø J.F., Lian A., Jacobsen T.,
Nylenna M.: *Legionella* in Trondheim, Norway – determi-
ning sources of contagion and tracing risk environment.
Idsskr. Nor. Leageforen 2005;125:1791–1793
29. Kusnetsov J., Neuvoen L.K., Uldum S.A., Mentula S.,
Putus T., Tran Minh N.N. i wsp.: Two Legionnaires' di-
sease cases associated with industrial waste treatment
plants: A case report. BMC Infect. Dis. 2010;343:1–8
30. Ricketts K.D., Joseph C., Lee J., Wewalka G.: Survey on
legislation regarding wet cooling systems in European
countries. Eurosurveillance 2008;13(38):1–5
31. Ustawa Ministra Zdrowia z dnia 5 grudnia 2008 r. o za-
pobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych
u ludzi. DzU z 2008 r. nr 234, poz. 1570
32. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 kwiet-
nia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicz-
nych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdro-
wia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki.
DzU z 2005 r. nr 81, poz. 716