

Legionella pneumophila - chorobotwórczość, lekooporność, zapobieganie i zwalczanie zakażeń

OPRACOWANIE:

Katarzyna Pancer

Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH-PIB, Warszawa, ul. Chocimska 24

kpancer@pzh.gov.pl

Legionella pneumophila to Gram-ujemna pałeczka, należąca do Rzędu *Legionellales*, Rodziny *Legionellaceae*, Rodzaju *Legionella*. Są to bakterie charakteryzujące się niską aktywnością biochemiczną i długim czasem generacji. Występują w słodkich wodach powierzchniowych oraz w instalacjach wodnych i innych wodnych środowiskach stworzonych przez człowieka (np. wąż ogrodowy). Są przyczyną zakażeń u ludzi i wywołują zachorowania, które zostały sklasyfikowane w Międzynarodowej Statystycznej Klasyfikacji Chorób i Problemów Zdrowotnych ICD-10 jako: A48.1 - choroba legionistów (czyli legionelozowe zapalenie płuc) oraz A48.2 - choroba legionistów bez objawów zapalenia płuc.

W ICD-11 sklasyfikowano 3 postaci legionelozy:

1C19.0 - pozapłucna postać legionelozy

1C19.1 – legionelozowe zapalenie płuc

1C19.2 – legionelozy – postać nieokreślona

Najczęściej występujące postaci legionelozy: płucna i pozapłucna różnią się pod względem objawów, ciężkości zakażeń, zejścia zachorowania, zapadalności oraz najczęściej obserwowanych czynników zakaźnych (tab.1). Cechą wspólną jest droga transmisji zakażenia: skażony pałeczkami *Legionella* aerozol wodno-powietrzny o wielkości kropli ok. 2-5 um; źródło zakażenia stanowi skażona bakteriami woda ze zbiorników naturalnych lub środowisk stworzonych przez człowieka np. systemy klimatyzacyjne czy wieże chłodnicze (1,2).

Tabela 1. Porównanie głównych postaci legionelozy (wybrane właściwości)

Cecha	Legionelozowe zapalenie płuc	Pozapłucna legionelloza
Zapadalność w ognisku	1-5%	90-95%
Zejście zachorowania	Zgon ok. 2-15%, ale w ogniskach szpitalnych – w 40-60% przypadków	Samoograniczające = wyzdrowienie
Inkubacja	2-10 dni, niekiedy 21 dni	24-48 godzin, ale niekiedy <12 godzin
Czas trwania choroby	Zwykle 14-21 dni; w zależności od stanu ogólnego pacjenta i wdrożonego leczenia choroba może trwać znacznie dłużej	Zwykle 2-3 dni, do 5 dni
Objawy	gorączka, dreszcze, ból głowy, ból kości, mięśni i stawów. Początkowo suchy, uporczywy kaszel, wyraźne osłabienie, duszność, nudności, biegunka, niekiedy także objawy ze strony układu nerwowego (np. splątanie). Kaszel zmienia się z suchego na wilgotny, z wykrztuszaniem plwociny, niekiedy podbarwionej krwią, bóle w klatce piersiowej. Niekiedy dochodzi do niewydolności oddechowej i wielonarządowej	gorączka, dreszcze, trudności w oddychaniu, suchy uporczywy kaszel, bóle mięśniowo-stawowe, bóle głowy osłabienie, zmęczenie. Niekiedy także nudności, wymioty, biegunka
Leczenie p/bakteryjne	Stosowane są zwykle fluorochinolony, makrolidy	Zwykle nie jest niezbędne
Czynnik zakaźny	głównie <i>L.pneumophila</i> sg 1, rzadziej <i>L.pneumophila</i> sg 2-15 (szczególnie sg 3, sg 6), <i>L.micdadei</i>	<i>L.pneumophila</i> sg 1, <i>L.pneumophila</i> sg 2-15 np.:6,7; <i>L.micdadei</i> , <i>L.anisa</i> , <i>L.feeleii</i>
Czynniki ryzyka u chorych		
Płeć	Mężczyźni stanowią 2/3 chorych	Brak różnic
Wiek	>50 r.ż.	Brak różnic
Choroby współistniejące/ stosowane leczenie	Choroby układu oddechowego, szczególnie przewlekłe Choroby metaboliczne: np. cukrzyca Nowotwory Leczeni immunosupresyjnie np. po transplantacji Poddawani terapii sterydami itp.	
Inne czynniki	<u>Osoby bez dodatkowych schorzeń:</u> <ul style="list-style-type: none"> • często podróżujące, zmęczone, przepracowane, zestresowane • często korzystające z wani wiatrowych, masażu wodnych, nawilzaczy • pracujące/przebywające w środowisku, w którym jest generowany skażony aerozol wodno-powietrzny np. myjnia samochodów, warzyw, sanatorium, klimatyzowane biura, sanatoria itp. • Uzależnione od palenia papierosów, alkoholu, narkotyków 	

Wśród pałeczek *L. pneumophila* (Lp) wyróżnia się 16 grup serologicznych (oraz szereg podgrup w obrębie serogrupy 1), które różnią się pod względem chorobotwórczości. Najczęściej legionelozę wywołują bakterie *L. pneumophila* należące do serogrupy 1 (Lp sg 1), natomiast pozostałe serogrupy, często określane łącznie

jako sgs 2-16, są rzadziej wiązane z wywoływaniem zachorowań u człowieka. Spośród serogrup 2-16, najczęściej opisywano zachorowania wywołane przez *L. pneumophila* sg 3, sg 6 ale także przez bakterie zaliczane do innych serogrup (sg 10, sg 12, sg 13 i in.) (3-6).

Pałeczki *Legionella* są także zróżnicowane genetycznie – wyróżniono ponad 800 typów ST (sequence-based typing) (7,8). Pełna charakterystyka pałeczek *L. pneumophila* obejmuje więc serogrupę oraz typ genetyczny. Rozróżnienie grup serologicznych zależy od rodzaju testu jakim dysponuje laboratorium, często rozróżnia się na poziomie sg 1 i sg 2-15, niekiedy sg 1 i sgs 2-7.

Oprócz pałeczek *L. pneumophila*, zakażenia człowieka mogą powodować także inne bakterie *Legionella sp.*, takie jak *L. micdadei*, *L. feelei* czy *L. longbeachae* i in.

Zaobserwowano zróżnicowanie pod względem częstości wykrywanych czynników etiologicznych legionelozy a rodzajem narażenia - wyróżnia się bowiem: zakażenia związane z podróżą (travel associated Legionnaires disease, TALD), zakażenia nabyte w środowisku życia i pracy (community acquired Legionella pneumonia, CALD) oraz zakażenia szpitalne (hospital acquired Legionella pneumonia, HALD).

- HALD- najczęściej wywoływane są przez bakterie Lp sg 1, sgs 2-14
- CALD - najczęściej wywoływane są przez bakterie Lp sg 1, sgs 2-14, także inne gatunki *Legionella sp.*
- TALD - Zakażenia związane z podróżami (zagranicznymi i **krajowymi**): głównie Lp sg 1

Należy także rozważyć obszar geograficzny gdzie doszło do zakażenia pałeczkami *Legionella*. Badania Helbiga (9) oraz Yu (10) wskazują na dominację *L. pneumophila* sg 1 we wszystkich badanych obszarach w zakresie TALD i CALD, natomiast na drugim miejscu występują różnice: w Europie są to bakterie Lp sgs 2-15, natomiast w Australii i Nowej Zelandii - *L. longbeachae*. W samej Europie też stwierdzono zróżnicowanie w częstości wywoływanych zakażeń typu HALD: w krajach śródziemnomorskich – głównym czynnikiem jest Lp sg 1, natomiast w Europie Centralnej zakażenia te wywołane są przez Lp sg1 oraz Lp sgs 2-14 (9,10).

Badania z 2020r. z USA wskazują natomiast na ekspansję szczepów *L. pneumophila* sg 1 należących do 2 typów genetycznych: ST 213 i ST 222. ST 222 jest wariantem ST213 i oba te szczepy wywołują zakażenia w USA od ponad 30 lat, obecnie notowane są na terenach Północnych USA, Północno-Centralnych oraz Centralnych. Zauważono, że choć szczepy Lp sg1 ST 222 prawdopodobnie wywodzą się

z ST213, to wywołują one częściej ogniska zachorowań niż ST213. Mimo, że szczepy występujące na tych terenach wykazują bardzo duże podobieństwo (w obrębie tzw. genów „core”) to jednak występuje istotne zróżnicowanie w zakresie tzw. „accessory genes” (11). Obecnie trwają badania nad rolą tych pomocniczych genów, analizy dlaczego występuje tak duże zróżnicowanie w obrębie tych typów genetycznych i czy są to zjawiska typowe dla pałeczek *L. pneumophila*.

TRANSMISJA ZAKAŻENIA

Aby doszło do zakażenia bakteriami *Legionella sp.* musi zostać spełnionych szereg warunków, takich jak odpowiednie warunki do namnożenia pałeczek *Legionella*, ich właściwości wirulentne, obecność osób podatnych oraz czas ekspozycji (Ryc.1). Z tego też powodu, zakażenia szpitalne stanowią istotne zagrożenie (12,13). Do marca 2024r. pałeczki *Legionella sp.* były wymieniane jako drobnoustroje alarmowe, jednak w Rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie listy czynników alarmowych, rejestrów zakażeń szpitalnych i czynników alarmowych oraz raportów o bieżącej sytuacji epidemiologicznej szpitala (Dz.U z dnia 8.03.2024, poz.335) już nie występują, być może ze względu na istniejący system nadzoru nad parametrami wody użytkowej i pitnej w placówkach opieki medycznej.

Optymalne warunki do namnażania się pałeczek *Legionella sp.* to:

1. Stojąca woda (np. nieodpowiednia stratyfikacja w podgrzewaczu wody, nieużywane fragmenty instalacji wodny ciepłej lub zimnej, tzw. martwe końce, brak wymuszonej cyrkulacji wody wewnątrz instalacji)
2. Temperatura w zakresie 20-40°C (jacuzzi, zbyt niska temperatura w podgrzewaczu, zbyt wysoka objętość instalacji wody ciepłej i straty temperatury, brak odizolowania rur z ciepłą wodą od rur z zimną wodą, gorące lato itp.)
3. Obecność substancji odżywczych: obecność rdzy, osadów np. wewnątrz rur, zaworów
4. Obecność biofilmu oraz ameb – jako etap niezbędny do powstawania form inwazyjnych pałeczek *L. pneumophila*
5. Brak dezynfekcji (stałej, regularnej wg. schematu itp.)

Odpowiednie warunki do namnożenia *Legionella* spp.: stojąca woda, temperatura 20-40°C, biofilm, itp.

Wytwarzanie aerozolu wodno-powietrznego o wielkości kropli 2-5 µm: prysznice, klimatyzacja, wentylacja, jacuzzi, spłuczka do sedesu, wąż do podlewania, lada chłodnicza, zraszacze, nawilżacze, itp.

Obecność i właściwości bakterii *Legionella* spp.:
Stopień skażenia (cfu/L)

Właściwości bakterii: zjadliwość związana z serogrupą, podgrupą, typem sekwencyjnym, obecność plazmidów, ekspresją/obecnością genów związanych z wirulencją, itp.

Obecność osób podatnych na zakażenie (osoby z grup ryzyka, także osoby bez chorób współistniejących)

Czas ekspozycji na skażony aerozol wodno-powietrzny

Zakażenie

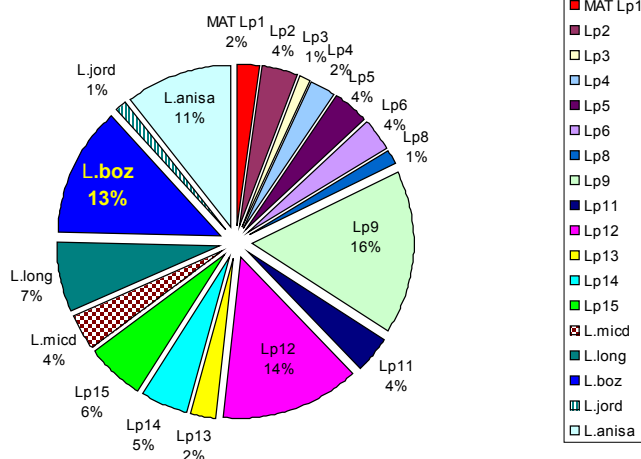
Rycina 1. Warunki niezbędne do transmisji zakażenia pałeczkami *Legionella* sp.

ZACHOROWANIA W POLSCE

Zachorowanie wywołane przez bakterie *Legionella* sp. podlegają obowiązkowi zgłaszania w Polsce. Kryteria klasyfikacji przypadków legionelozy obejmują objawy kliniczne oraz wyniki badań laboratoryjnych. W Polsce zgłaszane są przypadki choroby Legionistów (legionelozowe zapalenie płuc) oraz gorączki Pontiac (pozapłucnej legionelozy) (14). Podstawową metodą diagnostyczną jest najczęściej wykrycie antygeny *L. pneumophila* sg 1 w moczu chorego (szacuje się, że badanie to stanowi ponad 80% potwierdzeń legionelozy) i/ lub wykrycie swoistych dla *L. pneumophila* sekwencji metodą PCR (ok. 10%).

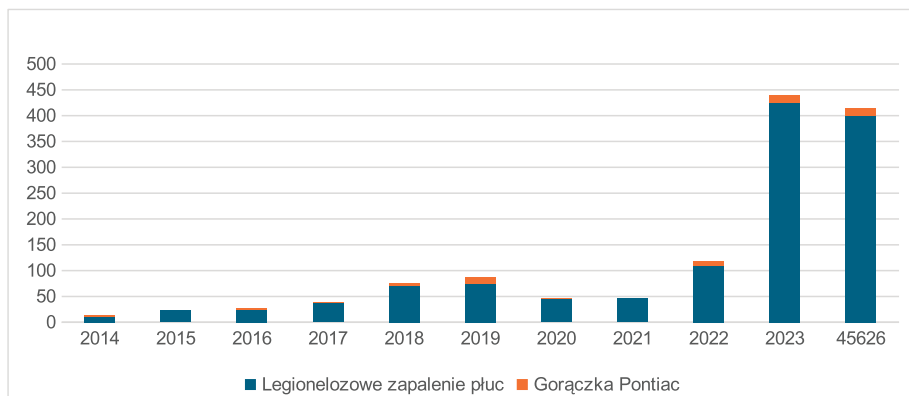
Wielokrotnie podejrzenie legionelozy stawiane jest z opóźnieniem ponieważ wiele osób zapomina, że w Polsce

także występują pałeczki *Legionella* sp. W trakcie badania obecności *L. pneumophila* w instalacjach wody ciepłej w 10 szpitalach, wykryto pałeczki Lp sg 1 (różne podgrupy), Lp sg2, Lp sg3, Lp sg6, Lp sg 10, Lp sg12 (12). Obecność w środowisku różnych serotypów pałeczek *Legionella* wykazano także na podstawie badania odpowiedzi immunologicznej wobec tych bakterii u 106 pracowników opieki medycznej (badania własne). Dzięki zastosowaniu testu mikroaglutynacji (MAT) możliwe było określenie odpowiedzi dla poszczególnych serogrup *L. pneumophila* oraz wybranych innych gatunków *Legionella* sp. Wyniki zaprezentowano na rycinie 2. Zwraca uwagę, stosunkowo wysoki udział odpowiedzi wobec *L. pneumophila* sg 9 (16%), Lp sg 12 (14%), *L. bozemannii* (13%) oraz *L. anisa* (11%).



Rycina 2. Wyniki oznaczania znamienego miana testem mikroglutynacji (MAT) w surowicach 106 pracowników medycznych, z zastosowaniem szczepów wzorcowych *L. pneumophila* 1-15 oraz wybranych innych gatunków *Legionella* sp.

Liczba zgłaszanych zachorowań na legionelozę w Polsce stale rośnie (Ryc.3), także przypadków pozapłucnej legionelozy czyli gorączki Pontiac (15).



Ryc.3. Liczba zgłaszanych przypadków legionelozy w Polsce w latach 2014-2024

W 2023r. miało miejsce duże ognisko legionelozy w Rzeszowie. Legielozowe zapalenie płuc potwierdzono u 165 osób, z tego 25 osób zmarło (16). Przeprowadzono obszerne i skomplikowane dochodzenie epidemiologiczne, w wyniku którego analizowano środowisko pracy, życia chorych w celu znalezienia punktów wspólnych takich jak źródło wody ciepłej (sieć miejska, własne podgrzewacze itp.), przebywanie w zasięgu wież chłodniczych, kierunek i siła wiatru, opady itp. Na podstawie tych danych wytypowano możliwe źródła zakażenia (wieże chłodnicze, instalacje wody ciepłej w budynkach gdzie mieszkali chorzy itp.) i wykonano badania próbek wody w wytypowanych miejscach. W miejscach gdzie liczba *Legionella* sp. przekraczała normę zalecono odpowiednie działania (16). Niestety mimo ogromnego nakładu sił, nie ustalono źródła ogniska, co niestety dość często się zdarza w takich dochodzeniach. Występowanie *L. pneumophila* jest tak powszechne, a różnorodność tych bakterii tak wysoka, że bardzo trudno jest wskazać jednoznacznie źródło zakażenia. Jednym z podstawowych warunków analizy ryzyka i efektywnego dochodzenia jest przeprowadzenie typowania genetycznego wyizolowanych ze środowiska bakterii *Legionella* sp. oraz określenie genotypu pałeczek wywołujących zachorowania (7).

LECZENIE

Ze względu na namnażanie się bakterii *Legionella* sp.

wewnątrz komórek człowieka, leczenie musi być odpowiednio dostosowane. Wskazane jest stosowanie antybiotyków i chemioterapeutyków zdolnych do wnikania do wnętrza komórki człowieka, takich jak fluorochinolony, tetracykliny oraz makrolidy. Spośród makrolidów najczęściej stosowane są w leczeniu: azytromycyna lub klarytromycyna, a spośród fluorochinolonów: levofloksacyna, cyprofloksacyna, ofloksacyna,

Analizy prowadzone w poprzednich latach np. w 2014r. (17) wskazywały na przewagę fluorochinolonów w skuteczności leczenia (niższa śmiertelność) i skracaniu czasu hospitalizacji. Jednak metaanaliza z 2021r. (18) wskazuje, że różnice te nie są statystycznie znamienne. Analiza z 2021r. obejmuje ponad 3525 pacjentów, natomiast ta z 2014r. opierała się na wynikach 879 chorych. Autorzy nowszej analizy zastosowali tę samą metodykę aby móc porównać wyniki. Nadal czas hospitalizacji w przypadku leczenia fluorochinolonami (ok. 10 dni) jest krótszy niż w przypadku leczenia makrolidami (azytromycyną lub klarytromycyną – zwykle ok. 13 dni), ale różnica ta nie jest znamienna. Analizowano także powikłania w trakcie leczenia i również nie stwierdzono znamiennych różnic.

Obecne zalecenia stosowania leczenia przeciw-bakteryjnego obejmują przede wszystkim fluorochinolony, makrolidy, niekiedy tetracykliny (tab2.).

Tabela 2. Zalecane leczenie przeciw - *Legionella* (wg. 19 - zmodyfikowane)

	lek	Sposób podania	uwagi
Fluorochinolony	lewofloksacyna	i.v. lub p.o. 500 mg 1–2 × dz.j	Najczęściej stosowany
	cyprofloksacyna	i.v. 400 mg 2 × dz. lub p.o. 500 mg 2 × dz	Najczęściej stosowany
	ofloksacyna	p.o. 400 mg 2 × dz.	
	moksyfloksacyna	p.o. 400 mg 1 × dz.	
Makrolidy	azytromycyna	500 mg 1 × dz.	jako opcja, zwykle dorośli
	klarytromycyna	500 mg 2 × dz.	dzieci
	erytromycyna	500 mg 4 × dz	
Tetracykliny	doksycyklina	p.o. lub i.v. dawka początkowa 200 mg, następnie 100 mg 1 × dz.	Dorośli, jako opcja

Zgodnie z ostatnimi wytycznymi EUCAST (2021) dotyczącymi *L. pneumophila*:

1. Bakterie te rzadko wykazują oporność na leki przeciwbakteryjne – potwierdzają to także badania prowadzone w Polsce (20)
2. Odnotowano jednak oporność na cyprofloksacynę – obserwowaną w trakcie leczenia chorych. W jednym przypadku potwierdzono, że oporność ta związana jest z mutacją w genie *gyrA*
3. Stwierdzono zmniejszoną wrażliwość na azytromycynę (MIC 0,125-2 mg/l) w mechanizmie „efflux pomp” (*Lpe-AB*). Jednak zmniejszona wrażliwość na azytromycynę nie stanowi wskaźnika, że dany szczep jest także niewrażliwy lub słabiej wrażliwy na pozostałe makrolidy.

ZAPOBIEGANIE I ZWALCZANIE ZAKAŻEŃ

Zapobieganie zakażeniom *Legionella* stanowi bardzo złożony problem.

1. Zaczyna się od projektu instalacji wody ciepłej i instalacji wodnej wewnątrz i na zewnątrz budynku, w celu uniknięcia stworzenia warunków dogodnych do namnażania się tych bakterii (brak martwych odnóg, odpowiednia objętość systemu do zastosowanych podgrzewaczy i pomp, odpowiednia temperatura wody, izolacja rur z zimną wodą, odżelazacze wody, sposób dezynfekcji systemu w trybie normalnych i alarmowych itp.).
2. Następnie obejmuje zastosowanie odpowiednich materiałów: jak najmniej porowatych, odpornych na rdzę i osadzanie się kamieni itp.

3. W nowym systemie wprowadzenie systemu odpowiedniego utrzymania instalacji wodnych: dezynfekcja, monitorowanie obecności *Legionella* sp. w próbkach wody, przeglądy stanu instalacji, analizy zmian/awarii itp.

W Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 11 grudnia 2017r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U.2017, poz. 2294) wskazano na wymagania mikrobiologiczne wobec wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, częstość prowadzonych pomiarów w zależności od rodzaju budynku oraz uzyskanych wyników monitorowania *Legionella* sp.

Wybrane podstawowe zasady zapobiegania i zwalczania zagrożenia zakażenia pałeczkami *Legionella* przedstawiono w tabeli 3. Bardziej szczegółowe, uaktualnione zalecenia dotyczące poszczególnych rodzajów systemów/instalacji wody ciepłej i in. będzie można znaleźć na początku 2025r. na stronach the European Surveillance Network for Legionnaires’ Disease and related resources (ELDSNet).

W przypadkach poważnego zagrożenia w związku ze znacznym przekroczeniem norm lub wystąpieniem zachorowań należy przeprowadzić skuteczną dezynfekcję instalacji wodnej. W takich przypadkach wskazane jest przeprowadzenie dezynfekcji szokowej.

Przeprowadzenie dezynfekcji szokowej obejmuje 3 etapy

1. Szok termiczny czyli przepłukanie instalacji przez ok. 1 godzinę wodą o temperaturze 70°C-80°C, do najdalszych końców instalacji. Działanie to ma na celu zniszczenie struktury biofilmu, co pozwala na skuteczny dostęp dezynfektantów w 2 etapie

2. Szok chemiczny
 - a. wysoka dawka dezynfektantu przez odpowiedni czas dostosowany do objętości instalacji wodnej, rodzaju dezynfektantu, jakości i temperatury wody, materiału z jakiego zbudowana jest instalacja wody ciepłej itp.
 - b. Przepłukanie instalacji w celu pozbycia się resztek biofilmu, substancji odżywczych itp.

3. Wykonanie badań mikrobiologicznych

Należy pamiętać, że prawdopodobieństwo ponownego zasiedlenia uprzednio skolonizowanego systemu czy instalacji wodnej jest wysokie, dlatego zawsze, po skutecznej dezynfekcji, należy ponownie przeanalizować i zaktualizować procedury mające na celu właściwe utrzymanie instalacji oraz redukcję zagrożenia.

Tabela 3. Wybrane, podstawowe zasady zapobiegania zakażeniom wywołanym przez *Legionella* sp. oraz zwalczanie /redukcja zagrożenia

ZAPOBIEGANIE	ZWALCZANIE – gdy podejrzenie skolonizowania systemu lub wystąpienia zachorowania
Projekt instalacji	
<ul style="list-style-type: none"> • Odpowiedni system instalacji wodnej w budynku i doprowadzający wodę do budynku: • Izolacja rur ciepłej wody od rur z zimną wodą • Izolacja rur z zimną wodą w okresie letnim • Brak martwych odnóg/ślepych odgałęzień • Brak stratyfikacji temperatury w podgrzewaczu • Wymuszony stały ruch wody ciepłej (odpowiednie pompy) • Temperatura wody ciepłej >45°C • Temperatura wody zimnej <20°C • Unikanie perlatorów itp. • Rury, przewody wykonane z odpowiedniego materiału, najlepiej hamującego powstawanie biofilmu • Zaprojektowanie możliwości dezynfekcji systemu • Zaprojektowanie dezynfekcji w trybie alarmowym 	<ul style="list-style-type: none"> • Sprawdzić czy zaszły zmiany w projekcie instalacji wodnej w związku z modernizacją, awarią • Sprawdzić, czy nastąpiły czasowe wyłączenia części instalacji
Utrzymanie instalacji/systemu	
<ul style="list-style-type: none"> • Harmonogram regularnego spuszczenia wody z każdego kranu (np.1 x w tygodniu) i pilnowanie wykonywania • Sprawdzanie czy jest wymuszony stały ruch wody ciepłej • Regularne badanie temperatury wody ciepłej (>45°C) i zimnej (<20°C) • Analiza niezbędności perlatorów itp. (tworzenie aerozolu wodno-powietrznego o wielkości kropli 2-5 um) • Monitoring obecności <i>Legionella</i> spp. w próbkach wody • Pomiar innych właściwości fizyko-chemicznych (pH, zawartość jonów itp.) • Reagowanie na zmiany liczby bakterii – analiza ew. przyczyn • Zastosowanie stałej lub regularnej dezynfekcji systemu wody ciepłej • Regularne przeglądy stanu instalacji wody ciepłej 	<ul style="list-style-type: none"> • Sprawdzić zapisy temperatury wody w instalacji, • Sprawdzić czy wszystkie elementy instalacji prawidłowo działają (np. podgrzewacz wody, pompy, odżelaziacz itp.) • Sprawdzić czy działa system dezynfekcji stałej • Sprawdzić zapis pomiaru pH, zawartości metali itp. • Sprawdzić pomiary <i>Legionella</i> sp. • Sprawdzić czy zagrożenie dotyczy całego systemu wody ciepłej czy jakiegoś oddziały poprzez badania mikrobiologiczne w większej liczbie punktów • Ograniczyć stosowanie wody ciepłej i powstawania aerozolu wodno-powietrznego • Przeprowadzić dezynfekcję instalacji
Utrzymanie urządzeń generujących aerozol wodno-powietrzny (zgodnie z wytycznymi producenta i analizą ryzyka)	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Baseny, wanny wirowe itp. (woda nie może być gorąca – wyższe prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia) <ul style="list-style-type: none"> • Częste czyszczenie i mycie urządzeń • Częste sprawdzanie czy nie powstał biofilm – jeśli tak to suszenie, mechaniczne usunięcie biofilmu, czyszczenie, dezynfekcja, przepłukanie <ul style="list-style-type: none"> • Dezynfekcja wody • Filtry 2. Klimatyzatory 3. Turbiny dentystyczne 4. Nawilżacze powietrza 5. Fontanny 6. Inne 	<ul style="list-style-type: none"> • Wytypować urządzenia • Sprawdzić poprawność ich działania i zasad stosowania • Sprawdzić jak często były czyszczone, myte, dezynfekowane itp • W miarę możliwości należy urządzenia: wyłączyć czasowo, zdezynfekować, wyczyścić, osuszyć

Piśmiennictwo

1. Rebellato S, Lee C, Gardner C, Kivilahti K, Wallace J, Hachborn D, Fenik J, Majury A, Kim J, Murphy A, Minnery J. Community *Legionella* outbreak linked to a cooling tower, 2022. *Can Commun Dis Rep* 2023;49(9):380–6. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v49i09a04>
2. Yao XH, Shen F, Hao J, Huang L, Keng B. A review of *Legionella* transmission risk in built environments: sources, regulations, sampling, and detection. *Front Public Health*. 2024;12:1415157. Published 2024 Jul 26. doi:10.3389/fpubh.2024.1415157
3. Chen CY, Chen KY, Hsueh PR, Yang PC. Severe community-acquired pneumonia due to *Legionella pneumophila* Serogroup 6. *J Formos Med Assoc*. 2006;105(3):256-262. doi:10.1016/S0929-6646(09)60316-8
4. Nishizuka M, Suzuki H, Ara T, et al. A case of pneumonia caused by *Legionella pneumophila* serogroup 12 and treated successfully with imipenem. *J Infect Chemother*. 2014;20(6):390-393. doi:10.1016/j.jiac.2014.01.010
5. Pancer K, Jahnz-Różyk K, Kucharczyk A, et al. Sequence based typing and pre-absorption test in retrospective analysis of a pseudo-outbreak of *Legionella* infections differentiates true cases of legionellosis. *Ann Agric Environ Med*. 2012;19(3):437-443.
6. Seto J, Takahashi J, Sampei M, Ikeda T, Mizuta K. A Case of *Legionella pneumophila* Serogroup 13 Pneumonia Based on the Detection of Serogroup-Specific Genes in Culture-Negative Sputum. *Jpn J Infect Dis*. 2024;77(2):118-120. doi:10.7883/yoken.JJID.2023.302
7. Pancer K. Sequence-based typing of *Legionella pneumophila* strains isolated from hospital water distribution systems as a complementary element of risk assessment of legionellosis in Poland. *Ann Agric Environ Med*. 2013;20(3):436-440.
8. Quero S, Párraga-Niño N, Sabria M, et al. *Legionella* SBT applied directly to respiratory samples as a rapid molecular epidemiological tool. *Sci Rep*. 2019;9(1):623. Published 2019 Jan 24. doi:10.1038/s41598-018-36924-w
9. Helbig JH, Bernander S, Castellani Pastoris M, et al. Pan-European study on culture-proven Legionnaires' disease: distribution of *Legionella pneumophila* serogroups and monoclonal subgroups. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2002;21(10):710-716. doi:10.1007/s10096-002-0820-3
10. Yu VL, Plouffe JF, Pastoris MC, et al. Distribution of *Legionella* species and serogroups isolated by culture in patients with sporadic community-acquired legionellosis: an international collaborative survey. *J Infect Dis*. 2002;186(1):127-128. doi:10.1086/341087
11. Hamlin JAP, Kozak-Muiznieks NA, Mercante JW, et al. Expanded geographic distribution for two *Legionella pneumophila* sequence types of clinical concern. *mSphere*. 2024;9(11):e0075623. doi:10.1128/msphere.00756-23
12. Pancer K, Matuszewska R, Bartosik M, Kacperski K, Krogulska B. Persistent colonization of 2 hospital water supplies by *L. pneumophila* strains through 7 years – Sequence-based typing and serotyping as useful tools for complex risk analysis. *Ann Agric Environ Med*. 2013;20(4):687-694.
13. Szczepanek A, Strzelecka A, Zięba E, et al. Temperature as a determining factor in the occurrence of *Legionella* sp. bacteria in hot water systems in hospitals and social welfare homes. *Ann Agric Environ Med*. 2024. doi:10.26444/aaem/195633.
14. Definicje zachorowań. https://wwwold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/inne/Def_PL2_6b.pdf
15. Czarkowski M P, Urszula Wielgosz U. CHOROBY ZAKAZNE I ZATRUCIA W POLSCE. Lata 2014-2023 https://wwwold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/index_p.html
16. <https://www.gov.pl/web/wsse-rzeszow/podsumowanie-dzialan-zwiazanych-z-ogniskiem-choroby-legionistow-w-rzeszowie>
17. Burdet C, Lepeule R, Duval X, et al. Quinolones versus macrolides in the treatment of legionellosis: a systematic review and meta-analysis. *J Antimicrob Chemother*. 2014;69(9):2354-2360. doi:10.1093/jac/dku159
18. Jasper AS, Musuuza JS, Tischendorf JS, et al. Are Fluoroquinolones or Macrolides Better for Treating *Legionella* Pneumonia? A Systematic Review and Meta-analysis. *Clin Infect Dis*. 2021;72(11):1979-1989. doi:10.1093/cid/ciaa441
19. Przybyłowski T, Kuś J. Zapalenie płuc wywołane przez *Legionella pneumophila*
20. Medycyna Praktyczna: https://wwwold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/index_p.html
21. Gładysz I, Sikora A, Wójtowicz-Bobin M, et al. Antibiotic sensitivity of environmental *Legionella pneumophila* strains isolated in Poland. *Ann Agric Environ Med*. 2023;30(4):602-605. doi:10.26444/aaem/167934.