

ADAM KROGULSKI

## CZYSTOŚĆ MIKROBIOLOGICZNA POWIETRZA SAL OPERACYJNYCH – WYBRANE ASPEKTY

### MICROORGANISMS IN OPERATING ROOM AIR – SELECTED ASPECTS

Zakład Higieny Komunalnej  
Państwowy Zakład Higieny  
00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24  
Kierownik: dr J. Świąteczak

*W pracy przedstawiono wyniki pomiarów stężenia mikroorganizmów w klimatyzowanych i nie klimatyzowanych salach operacyjnych. Pokazano wpływ prawidłowej eksploatacji systemu klimatyzacji na stężenie mikroorganizmów w powietrzu sal operacyjnych.*

**Słowa kluczowe:** ogólna liczba bakterii, ogólna liczba grzybów, sala operacyjna, klimatyzacja

**Key words:** total number of bacteria, total number of fungi, operating room, air conditioning

#### WSTĘP

Jednym z sposobów ograniczenia prawdopodobieństwa wystąpienia zakażeń szpitalnych, jest obniżenie stężenia mikroorganizmów w powietrzu sal szpitalnych. W Polsce brak aktualnych norm określających dopuszczalne stężenie mikroorganizmów w powietrzu pomieszczeń szpitalnych. Istniejące „Wytuczne projektowania szpitali ogólnych” z 1984 r. [4] nie mogą być bezkrytycznie stosowane, ponieważ nie zawierają dokładnego opisu metodyki pomiaru. Należy zwrócić uwagę, że podane w nich wartości są kilkakrotnie wyższe od przyjętych w innych krajach europejskich [3]. W Polsce brak również normy określającej metodykę pomiaru stężenia mikroorganizmów w powietrzu wewnętrznym. W efekcie w przypadku wielu publikacji dotyczących tego zagadnienia nie sposób ocenić precyzję i wiarygodność uzyskiwanych wyników [1, 2].

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań ogólnej liczby bakterii i ogólnej liczby grzybów w powietrzu sal operacyjnych, wykonanych w „okresie ciepłym” tzn. od czerwca do września. Porównano stężenia grzybów i bakterii w powietrzu sal operacyjnych w blokach wyposażonych w klimatyzację i bez klimatyzacji. Przedstawiono i porównano wyniki badań uzyskane w szpitalach prowadzących bieżącą kontrolę i regulację systemu klimatyzacyjnego z wynikami uzyskanymi w szpitalach, w których powyższe czynności wykonywane były jedynie okresowo przez firmy zewnętrzne. Ponadto, przedstawiono wyniki z bloku operacyjnego o nie sprawnej klimatyzacji.

Celem niniejszej pracy było ilościowe określenie wpływu prawidłowo eksploatowanego systemu klimatyzacji bloku operacyjnego na ogólną liczbę bakterii i grzybów w powietrzu sal operacyjnych.

## MATERIAŁ I METODY

Podłoża: 1) Malt extract agar firmy Oxoid o pH  $5,4 \pm 0,2$  zalecane do wykrywania, izolacji i liczenia grzybów, w tym drożdży i pleśni. 2) TSA – Tryptone soya agar f-my Oxoid o pH  $7,3 \pm 0,2$ , bogate w składniki odżywcze podłoże, na którym rośnie wiele gatunków mikroorganizmów.

Aparaty do kontroli mikrobiologicznej powietrza: Micro Bio (Air sampler MB 1 plus) firmy De Ville i mikrobiologiczny próbnik powietrza MAS – 100 (nowa wersja 2001 r.). Oba te aparaty pracują metodą zderzeniową. MB 1 osadza materiał na płytkach typu Rodac  $\varnothing 55$  mm. MAS – 100 na powszechnie używanych w mikrobiologii płytkach  $\varnothing 90$  mm. Oba aparaty posiadają głowice z otworami (dyszami). Powietrze przechodzące przez jeden otwór trafia w jeden osobny punkt na pożywece. Do korekcy wyniku zaniżonego w wyniku trafienia dwóch lub więcej jtk (jednostek tworzących kolonie) w jeden punkt stosuje się poprawkę według wzoru *Fellera*.

Płytki z osadzonymi bakteriami inkubowano w temperaturze  $30^{\circ}\text{C}$ . Kolonie liczono po 48 godzinach. Płytki z osadzonymi grzybami i ich zarodnikami umieszczano w temperaturze  $25^{\circ}\text{C}$ . Codziennie, począwszy od 48 godziny płytki przeglądano i liczono rosnące kolonie. Liczenie przerywano wówczas, gdy w kolejnym dniu nie obserwowano przyrostu liczby kolonii.

Na jedną płytkę osadzano mikroorganizmy z 33, 67, 100, 200, 300, 400 lub 500 litrów powietrza (w zależności od spodziewanego stężenia bakterii lub grzybów). W każdym punkcie pomiarowym zarówno bakterie jak i grzyby osadzano z dwóch różnych objętości powietrza. Z każdej objętości na 5 płytkach. Do większości obliczeń użyto wyniki z płytek, na których liczba wyrosłych kolonii była liniowo zależna od stężenia mikroorganizmów w powietrzu [1, 2].

Badania prowadzono w salach operacyjnych tylko przed lub przed i bezpośrednio po zabiegach. Miejsce osadzania mikroorganizmów na płytki z pożywką było zawsze usytuowane w pobliżu ściany sali operacyjnej, poza strefą nawiewu laminarnego.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Grzyby w powietrzu sali operacyjnej pochodzą z powietrza zewnętrznego. Ich stężenie w powietrzu klimatyzowanych sal operacyjnych zależy od sprawności filtrów i szczelności ich zamocowania. Niskie stężenie grzybów w powietrzu jest zatem dowodem na prawidłową pracę filtrów w systemie klimatyzacji.

Wyniki pomiarów stężenia grzybów w powietrzu sal operacyjnych z działającą klimatyzacją i nie posiadających klimatyzacji zestawiono w tabeli I.

Sal bez klimatyzacji miały wentylację grawitacyjną lub mechaniczną bez filtrów, lub zawierającą filtry o niskiej sprawności.

Stężenie grzybów w powietrzu sal klimatyzowanych w „okresie ciepłym” nie osiągało  $20 \text{ jtk/m}^3$ , natomiast w salach nie klimatyzowanych w tym samym okresie nie spadało poniżej  $120 \text{ jtk/m}^3$ . W tabeli II przedstawiono wyniki z jedyne badane go bloku operacyjnego wyposażonego w system klimatyzacyjny, w powietrzu którego stężenie grzybów, było tak wysokie, że mieściło się w zakresie dla sal nie klimatyzowanych i było od 12 do 16 razy wyższe niż w pozostałych salach klimatyzowanych. Prawdopodobnie był to efekt nieszczelności filtrów lub wadliwego ich zamocowania.

Źródłem bakterii w powietrzu sal klimatyzowanych są ludzie (zespół operujący i chory).

Tabela I. Stężenie grzybów w powietrzu sal operacyjnych klimatyzowanych i nie klimatyzowanych  
Fungi concentration in the air of operating rooms with and without air conditioning

Klimatyzowane		K	Nie klimatyzowane		K
L.p	jtk/m <sup>3</sup>	jtk/m <sup>3</sup>	L.p	jtk/m <sup>3</sup>	jtk/m <sup>3</sup>
1	5,7	>2890,0	1	122,8	>7880,0
	1,1			182,8	
2	2,4	>2980,0	2	248,1	>5254,0
	6,0			661,8	
3	18,3	468,0	3	635,8	844,8
	14,3			349,3	
4	3,7	>1760	4	291,5	602,0
	12,0				
5*	8,8	664,0	5	223,9	>1038,8
	13,0			165,1	
6	5,8	>1975,0	6	170,0	468,0
	6,5			157,0	
	1,4				
7*	19,2	639,0			
	13,5				
	11,6				
Średnio	8,48	1625,14	Średnio	291,64	2681,26

K – stężenie grzybów w powietrzu atmosferycznym

\* sale operacyjne z klimatyzacją kontrolowaną na bieżąco

Tabela II. Ogólna liczba bakterii i grzybów w powietrzu sal operacyjnych z klimatyzacją działającą niesprawnie  
Total number of bacteria and fungi in the air of operating rooms with faulty air conditioning

L.p	Bakterie jtk/m <sup>3</sup>		Grzyby jtk/m <sup>3</sup>	
	sale	K	sale	K
1	976,0	>1654,0	134,0	921,0
2	1418,0	>1654,0	328,0	921,0
Średnio	1197,0	1654,0	231,0	921,0

K – stężenie bakterii w powietrzu atmosferycznym

Zadaniem systemu klimatyzacji jest dostarczanie odpowiednich ilości powietrza pozbawionego mikroorganizmów i dzięki temu utrzymanie w salach operacyjnych stężenia bakterii na jak najniższym poziomie.

W salach operacyjnych dwóch szpitali prowadzących na bieżąco kontrolę i regulację systemu klimatyzacyjnego stężenia bakterii w powietrzu wynosiły od 59 do 107 jtk/m<sup>3</sup> przed operacją i 153 jtk/m<sup>3</sup> po trzech godzinach pracy siedmioosobowego zespołu operującego (tabela III).

Tabela III. Ogólna liczba bakterii i grzybów w powietrzu sal operacyjnych w szpitalach z klimatyzacją kontrolowaną na bieżąco  
Total number of bacteria and fungi in the air of operating rooms in hospitals with continuous air conditioning inspection

L.p	Bakterie jtk/m <sup>3</sup>		Grzyby jtk/m <sup>3</sup>	
	Sale	K	Sale	K
1	59,0 66,5	656,0	8,8 13,0	664,0
2	106,8 108,0 153,0	349,0	19,2 13,5 11,6	639,0
Średnio	98,66	502,5	12,96	651,5

K – stężenie bakterii w powietrzu atmosferycznym

Wysokie (od kilku do dziesięciu razy wyższe) stężenia bakterii w powietrzu pozostałych sal klimatyzowanych (tabela IV), mimo niskich stężeń grzybów nie przekraczających 20 jtk/m<sup>3</sup>, można wyjaśnić jedynie nieprawidłowo ustawionymi parametrami przepływu powietrza (zbyt małą ilością wymian, zakłóceniem jego laminarnego przepływu, zasysaniem z sąsiednich pomieszczeń).

Ważnym czynnikiem wpływającym na czystość mikrobiologiczną powietrza w klimatyzowanych salach operacyjnych jest sposób przygotowania i doprowadzenia powietrza nawiewanego do sali. Skuteczność filtracji, stan higieniczny instalacji, realizacja rozdziału powietrza i zapobieżenie niekontrolowanemu dopływowi powietrza z pomieszczeń o niższej klasie czystości (dopływ powietrza z obszaru sąsiadującego z salą operacyjną) [5].

Precyzyjną kontrolę przepływu powietrza między pomieszczeniami utrudnia obecność na sali operacyjnej w kilku punktach odciągów powietrza. Utrzymanie laminarnego przepływu powietrza i nadciśnienia w sali operacyjnej względem pomieszczeń ją otaczających wymaga precyzyjnej kontroli kierunku przepływu powietrza w bloku operacyjnym.

Biorąc pod uwagę, że pomiary wykonywano poza strefą laminarnego nawiewu stężenie grzybów w powietrzu poniżej 20 jtk/m<sup>3</sup>, a bakterii poniżej 107 jtk/m<sup>3</sup> przed operacją i 153 jtk/m<sup>3</sup> po trzech godzinach pracy siedmioosobowego zespołu operującego) należy przy 20 wymianach powietrza/h uznać za zadowalający wynik.

Systemy klimatyzacyjne mogą być wyposażone w urządzenia pomiarowe ułatwiające ich regulację i wykrywające nieszczelności filtrów.

Badane sale wyposażone były w podobne systemy klimatyzacyjne. Wszystkie miały laminarny nawiew powietrza filtrowanego przez filtr H 13. Przy prawidłowej eksploatacji ogólna liczba bakterii i ogólna liczba grzybów powinny być w nich zbliżone do wyników przedstawionych w tabeli III.

Tabela IV. Stężenie bakterii w powietrzu sal operacyjnych klimatyzowanych i nie klimatyzowanych  
Bacteria concentration in the air of operating rooms with and without air conditioning

Klimatyzowane			Nie klimatyzowane		
Lp.	jtk/m <sup>3</sup>	K	Lp.	jtk/m <sup>3</sup>	K
1	224,0 155,0	84,0	1	>1828,0 >1572,0	552,0
2	539,2 1306,0	980,0	2	379,0 >1728,0	452,0
3	260,0 384,0	398,0	3	484,0 676,0	628,0
4	298,0 241,5	530,0	4	>1193,0	240,0
5*	59,0 66,5	656,0	5	894,0 942,0	480,0
6	>1385 >1385 686,0	386,0	6	912,0 >1056,0	352,0
7*	106,8 107,2 153,0	349,0			
Średnio	459,76	358,66		1041,85	470,40

K – stężenie bakterii w powietrzu atmosferycznym

\* sale operacyjne z klimatyzacją kontrolowaną na bieżąco

## WNIOSKI

1. Liczba mikroorganizmów w powietrzu sal operacyjnych w dużym stopniu zależy od prawidłowej eksploatacji systemu klimatyzacji.
2. Wszystkie systemy klimatyzacji montowane w szpitalach muszą być kontrolowane i regulowane na bieżąco, a nie tylko okresowo przez firmy z zewnątrz.
3. Eksploatacja większości systemów klimatyzacyjnych działających w badanych szpitalach była nie prawidłowa.

A. Krogulski

### MICROORGANISMS IN OPERATING ROOM AIR – SELECTED ASPECTS

#### Summary

Test results of total number of bacteria and fungi in air of operating rooms were presented. The investigation was performed during „warm season” of the year – from June to September. Concentration of bacteria and fungi in the air of operating rooms with and without air conditioning system are compared, as well between hospitals where continuous inspections and regulations of air condi-

tioning systems are practiced and those where inspections and regulations were done periodically. Results from operating rooms with faulty air conditioning are presented separately.

#### PIŚMIENNICTWO

1. *Krogulski A., Podsiadły T.*: Oznaczanie ogólnej liczby grzybów w powietrzu atmosferycznym i wewnątrz pomieszczeń. Rocz. PZH. 2003, 54, 393.
2. *Krogulski A.*: Metody oznaczania ogólnej liczby bakterii w powietrzu atmosferycznym i wewnątrz pomieszczeń. Rocz. PZH. 2006, 57, 1.
3. *Porowski M., Szczechowiak E.*: Klimatyzacja pomieszczeń czystych. Termedia 1999 r.
4. Wytyczne projektowania szpitali ogólnych. Biuro Projektów Służby Zdrowia, Warszawa 1984 r.
5. *Charkowska A.*: Nowoczesne systemy klimatyzacji w obiektach służby zdrowia. IPPU MASTA 2000.