

**Maciej HAJDUGA**, Katedra Podstaw Budowy Maszyn, Akademia Techniczno-Humanistyczna, Bielsko-Biała

**Marta Anna HAJDUGA**, Katedra i Zakład Fizjologii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Zabrze  
**Dariusz JEŃDRZEJCZYK**, Katedra Podstaw Budowy Maszyn, Akademia Techniczno-Humanistyczna, Bielsko-Biała

**Rafał BUŁDAK**, Katedra i Zakład Fizjologii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Zabrze  
**Dariusz SOŁEK**, Concept Sp. z o.o., Bielsko-Biała

## KARETKA POGOTOWIA JAKO SIEDLIŚKO GRZYBÓW

**Streszczenie:** Infekcje spowodowane przez grzyby i bakterie są poważnym problemem zdrowotnym na świecie. Tym bardziej, że mikroorganizmy te są coraz bardziej odporne na stosowane środki dezynfekcyjne. Publikacja przedstawia wyniki badań na temat grzybów i bakterii, które zostały zidentyfikowane we wnętrzu karetki i pojazdu typu melex. Następnie wybrane mikroorganizmy inkubowano na wcześniej przygotowanych próbkach - z blachy aluminiowej (dwa rodzaje) i z tworzywa sztucznego (trzy rodzaje). Badanie umożliwiło porównanie przeżycia badanych mikroorganizmów na wybranych powierzchniach.

**Słowa kluczowe:** grzyby, bakterie, adhezja, ambulans, melex, powłoki lakiernicze, tworzywo sztuczne

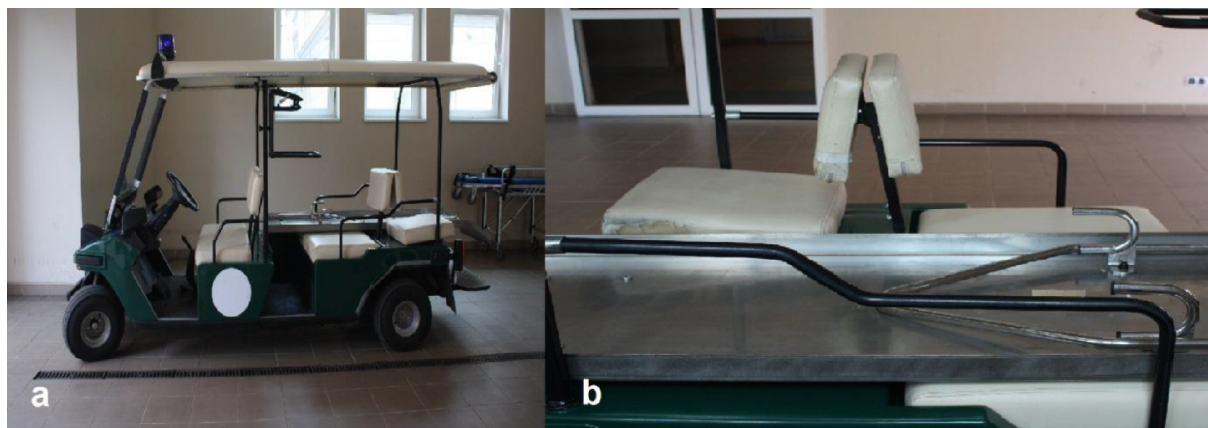
### 1. WSTĘP

Zakażenia wywołane przez mikroorganizmy to poważny problem zdrowotny występujący nie tylko w Polsce, ale na całym świecie. Czynniki etiologicznymi zakażeń szpitalnych są głównie bakterie. Natomiast grzyby z rodzaju *Candida* są na czwartym miejscu [1].

Powszechnie wiadomo, że przestrzeganie procedur dezynfekcji i sterylizacji prowadzi do zwiększenia bezpieczeństwa pacjentów w szpitalach. Procesy czyszczenia wnętrza karetki pogotowia przebiegają według określonych zasad [5,6,7]. Oczywiście stosowane są silne środki dezynfekcyjne, jednak również one mogą sprzyjać rozwojowi grzybów i wywoływanych przez nich zakażeń. Ponadto drobnoustroje te nabywają coraz większą oporność [2,3,8]. Dlatego bardzo istotne jest wdrożenie wszystkich procedur ułatwiających utrzymanie właściwej czystości.

### 2. CEL I ZAKRES BADAŃ

Celem badań było zidentyfikowanie grzybów występujących we wnętrzu pojazdów medycznych – melexu i karetki (rys.1 i rys.2) oraz dobór odpowiednich materiałów dla zachowania aseptyczności.



Rys. 1. Melex – widok zewnętrzny (a) i wnętrze (b)



Rys. 2. Karetka pogotowia – widok zewnętrzny (a) i wnętrze (b)

Obecna praca jest kontynuacją badań nad występowaniem bakterii na powierzchniach wcześniej wspomnianych pojazdów. Z tego powodu będą omawiane nie tylko grzyby, ale również bakterie, jako jedno z zagrożeń dla pacjenta.

### 3. METODYKA BADAŃ

#### 3.1. Identyfikacja bakterii i grzybów

Wymazy pobrano z wnętrza pojazdów medycznych: karetki pogotowia i melexu, które były w codziennej eksploatacji. Testy wykonano przy użyciu wymazówek transportowych, po wcześniejszym zwilżeniu roztworem soli fizjologicznej, i transportowano do laboratorium w ciągu 24 godzin w sterylnej probówce. Warunki pobierania wymazów były następujące: temperatura powietrza - około 10 °C, wilgotność powietrza - około 80%.

Wymazy pobierano z następujących miejsc:

- melex - materac, uchwyt noszy i fotel;
- ambulans - nosze, uchwyt noszy, podłoga, szafka i ściana.

Pobrany materiał do badań umieszczono w bulionie odżywczym w celu namnożenia drobnoustrojów (37 °C, 24 godziny). Następnie materiał posiano na następujących podłożach: agar krwawy, McConkey, Chapman, Decoccosel. Po okresie inkubacji (48 h), wyizolowano czyste kolonie bakteryjne. W celu identyfikacji bakterii, wykonano test biochemiczny API




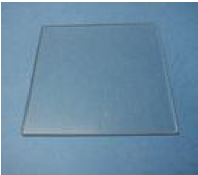

przy użyciu aparatu VITEK 2. W określonych szczepach bakterii zbadano również mechanizmy oporności na lek.

W celu wyizolowania grzybów, materiał badawczy wysiano na podłożu Sabouraud, agar z chloramfenikolem. Hodowlę prowadzono w temperaturze 36 °C (+/- 1 °C) przez 7 dni i w temperaturze 30 °C (+/- 1 °C) przez 14 dni.

### 3.2. Przygotowanie próbek

Do oceny adhezji drobnoustrojów przygotowano pięć rodzajów próbek: z blachy aluminiowej (z powłoką lakierniczą standardową i antybakteryjną) oraz z tworzywa sztucznego (gładkie, plexi - szkło organiczne i karbowane) – o wymiarach 100x100 mm (tabela 1). Próbki odpowiadają materiałom stosowanym do produkcji elementów wyposażenia pojazdów medycznych.

Tabela 1. Charakterystyka próbek

A1	A2	B1	B2	B3
				
Lakier - powłoka antybakteryjna RAL 9003, połysk 60%	Lakier standardowy RAL 9002, połysk 90%	Tworzywo sztuczne - gładkie	Tworzywo sztuczne - pleksi (szkło organiczne)	Tworzywo sztuczne – karbowane

Na powierzchni wszystkich próbek dokonano pomiaru chropowatości i topografii powierzchni 3D w kilku losowo wybranych obszarach. Badania przeprowadzono za pomocą profilometru Concept (MAHR). Chropowatość powierzchni oceniano na podstawie wartości parametru Ra - średnia arytmetyczna rzędnych: A1 - 0,08 µm, A2 - 0,11 µm, B1 - 0,17 µm, B2 - 0,04 µm, B3 - 3,20 µm.

## 4. WYNIKI BADAŃ

Wewnątrz karetki pogotowia zostały zidentyfikowane następujące patogeny: *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus spp*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Pantoea agglomerans*. Natomiast w pojeździe typu melex wyizolowano dodatkowo: *Pseudomonas fluorescens* i *Pseudomonas oryzae* [9]. Niezależnie od badanej powierzchni nie stwierdzono obecności oraz wzrostu grzybów.

Z pobranych wymazów namnożono bakterie, wyizolowano czyste kolonie i poddano je identyfikacji (testy biochemiczne API) oraz określono oporność. Ze względu na brak wzrostu grzybów, ocenę adhezji dokonano tylko na wybranych szczepach bakterii - *Pseudomonas aeruginosa* i *Enterococcus faecalis*.

Przygotowane wcześniej próbki sterylizowano 24 godz. przy użyciu promieniowania UV, w celu uniknięcia przypadkowego skażenia. *Pseudomonas aeruginosa* i *Enterococcus faecalis* (gęstość 0.05-7 McF) inkubowano przez 24 godz. w 3 ml roztworu soli fizjologicznej

(0,9% NaCl) na próbkach metalowych z powłoką lakierniczą oraz z tworzywa sztucznego (temperatura pokojowa 25 °C). Po okresie inkubacji, płytki te były płukane 3 razy przy użyciu roztworu PBS (zbuforowany roztwór soli fizjologicznej). Następnie obliczono ilość kolonii bakteryjnych przypadających na centymetr kwadratowy powierzchni danej próbki (CFU/cm<sup>2</sup> - colony forming unit/cm<sup>2</sup>) (tabela 2).

Tabela 2. Ilość kolonii bakteryjnych na powierzchniach próbek

Mikroorganizmy	Bakterie					
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>			<i>Enterococcus faecalis</i>		
Gęstość komórek bakteryjnych [McF]	Ilość kolonii bakteryjnych przypadających na centymetr kwadratowy powierzchni [CFU/cm <sup>2</sup> ]			Ilość kolonii bakteryjnych przypadających na centymetr kwadratowy powierzchni [CFU/cm <sup>2</sup> ]		
	A1	A2		A1	A2	
0.5	-	0		-	0	
1	0	0		0	0	
3	0	-		0	-	
5	0	> 150		1	> 180	
7	1	-		1	-	
	B1	B2	B3	B1	B2	B3
0.05	> 10	>10	-	>10	>10	-
0.5	> 250	>100	0	> 150	>100	0
1	-	-	0	-	-	0
5	> 300	>150	>500	>250	>150	>600

Stwierdzono, że wzrost chropowatości powierzchni zwiększa poziom adhezji bakterii. Jest to szczególnie widoczne w przypadku przylegania wybranych szczepów bakterii na powierzchniach tworzywa sztucznego.

## 5. Dyskusja

Nowoczesne techniki sterylizacji i dezynfekcji wnętrz medycznych są niewystarczające, aby wyeliminować ryzyko pojawienia się infekcji. Jak pokazuje badanie, mimo stosowania wytycznych dotyczących aseptyczności wnętrza pojazdu medycznego, bakterie były obecne na badanych powierzchniach. Prawdopodobnie główne powody to: mobilność pojazdów, silne środki dezynfekujące, trudno dostępne miejsca do dezynfekcji, oporność bakterii i biofilmu produkowanego przez bakterie. Niniejsze badanie wykazało, że niezależnie od powierzchni, nie zaobserwowano wzrostu grzybów na testowanych powierzchniach. Można przyjąć, że te drobnoustroje różnie reagują na środki dezynfekcyjne i są bardziej wrażliwe. Sytuacja ta jest prawdopodobnie spowodowana niższą przyczepnością grzybów do powierzchni, aniżeli bakterii. Prace dotyczące zakażeń szpitalnych [1-4,10] potwierdzają, że nie tylko bakterie, ale także grzyby są częstym czynnikiem patogennym. Zaobserwowane różnice wskazują na konieczność dalszych badań, również na kolejnych karetkach pogotowia.

## 6. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można wnioskować:

- We wnętrzu pojazdów medycznych wyizolowano głównie bakterie: *Pseudomonas aeruginosa* i *Enterococcus faecalis*, które mogą wywołać groźne dla pacjenta zakażenia.
- Niezależnie od rodzaju powierzchni, nie stwierdzono wzrostu grzybów, co potwierdza wysoki standard aseptyczności wnętrza melexu i ambulansu.
- Bakterie i grzyby są uważane za czynniki chorobotwórcze, dlatego należy zwrócić szczególną uwagę na dobór odpowiednich środków dezynfekujących i materiałów stosowanych wewnątrz pojazdów medycznych.

## LITERATURA

- [1] Marchlik W.D., Kurnatowski P.: Grzyby jako czynniki etiologiczne zakażeń szpitalnych. *Otorynolaryngologia* 2010, 9(2), s.50-54
- [2] Hughes W.T., Armstrong D., Bodey G.P.: Guidelines for the Use of Antimicrobial Agents in Neutropenic Patients with Unexplained Fever. *Infectious Diseases Society of America, Clinical Infectious Diseases* 1997, 25, s.551-73
- [3] Dynowska M., Góralska K., Roslan M.: Udział grzybów drożdżopodobnych w zakażeniach szpitalnych. *Mikologia Lekarska* 2008, 15(3), s.151-4
- [4] Ramage G., Robertson S.N., Williams C.: Strength in numbers: antifungal strategies against fungal biofilms. *International Journal of Antimicrobial Agents* 2014, Feb 43(2), s.114-20
- [5] Eibicht S.J., Vogel U.: Meticillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) contamination of ambulance cars after short term transport of MRSA-colonised patients is restricted to the stretcher. *Journal of Hospital Infection* 2011, Jul 78(3), s.221-5
- [6] Ślęzak E.: Procedura dezynfekcji i mycia ambulansu. Procedura system zarządzania jakością WSPRiTS „MEDITRANS” SP ZOZ w Warszawie, kwiecień 2009
- [7] Filipowicz G., Dola A.: Utrzymanie czystości w szpitalu. Procedura sanitarno-higieniczna Wojewódzkiego szpitala specjalistycznego w Legnicy, Nr 7/2006
- [8] Krajewska-Kułak E., Lewko J., Rolka H.: Grzybicze zakażenia szpitalne - narastający problem. *Mikologia Lekarska* 2000, 7(3), s.159-63
- [9] Hajduga M.A., Bułdak R., Hajduga M., Węgrzynkiewicz S.: Identyfikacja bakterii wnętrza ambulansu medycznego. *Prace Szkoły Inżynierii Materiałowej, Krynica* 2013, s.190-5
- [10] Azimi F., Naddafi K., Nabizadeh R.: Fungal air quality in hospital rooms: a case study in Tehran, Iran. *Journal of Environmental Health Science and Engineering* 2013, Dec 19, 11(1), s.30

## AN AMBULANCE AS THE HABITAT OF FUNGI

**Abstract:** Infections caused by fungi or bacteria is a serious health worldwide problem. These microorganisms are becoming more resistant against applied agents. The publication presents the results of research on fungi and bacteria that

were identified in the interior of the ambulance and medical vehicle type melex. In the next step the selected microorganisms were incubated on the surface of previously prepared samples - from aluminum sheet (two types) and plastic (three types). The research enabled the comparison of the survival of the examined microorganisms on selected surfaces.