

Anna Różańska¹, Marta Wałaszek², Zdzisław Wolak³, Małgorzata Bulanda⁴

PROLONGED HOSPITALIZATION OF PATIENTS WITH HOSPITAL ACQUIRED PNEUMONIAE IN THE INTENSIVE CARE UNIT - MORBIDITY, MORTALITY AND COSTS OF

PRZEDŁUŻONA HOSPITALIZACJA PACJENTÓW ZE SZPITALNYMI ZAPALENIAMI PŁUC W ODDZIALE INTENSYWNEJ TERAPII - ZACHOROWALNOŚĆ, ŚMIERTELNOŚĆ ORAZ KOSZTY

^{1,2} – Jagiellonian University Medical College, Chair of Microbiology

^{3,4} – Saint Luke Hospital in Tarnów

^{1,2} – Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego Katedra Mikrobiologii

^{3,4} – Szpital św. Łukasza w Tarnowie

ABSTRACT

BACKGROUND. The objective of this study was to determine epidemiological rates of hospital-acquired pneumonia (HAP) in the Polish ICU and direct costs associated with excess length of stay incurred by the hospital.

MATERIAL AND METHODS. The studied data concern patients hospitalized in the years 2010–2012 in a 9-bed ICU of a multi-profile hospital in the Małopolskie Province. Centers for Disease Control and Prevention diagnostic criteria were the basis for the development of definitions of infections.

RESULTS. HAP developed in 34 patients, of which 94.1% were cases associated with the use of mechanical ventilation. Cumulative incidence of HAP was 5.74%, and incidence density amounted to 3.00‰.

Median length of stay of patients with HAP amounted to 36 days and this value was more than twenty percent higher than in the case of other forms of infection (27 days), and almost three times higher than in patients without infections (14 days).

Annually, costs associated with the excess hospitalization of patients with this form of infection should be evaluated at over PLN 300,000 (72.290€) per hospital; average per patient is PLN 29,106 (7013€).

CONCLUSIONS. HAP is one of the most common hospital-acquired infections in intensive care units. It is connected with the greatest additional costs for hospital comparing to other forms of HAIs. For patients, the occurrence of HAP in ICU patients involves the highest risk of death.

Detailed, targeted studies concerning financial burden of HAI in Poland should be performed.

Key words: *hospital acquired pneumonia, costs of hospital infections, surveillance of hospital infections, intensive care units*

STRESZCZENIE

WSTĘP. Celem niniejszej pracy było ustalenie współczynników epidemiologicznych szpitalnych zapaleń płuc (PNEU) na polskim oddziale intensywnej terapii oraz oszacowanie kosztów związanych z przedłużonym z tego powodu pobytem pacjentów w szpitalu.

MATERIAŁ I METODY. Dane wykorzystane do analizy pochodziły z 9-lóżkowego oddziału intensywnej terapii wieloprofilowego szpitala w województwie małopolskim i dotyczyły lat 2010-2012.

Zakażenia rozpoznawane były w oparciu o definicje i kryteria rozpoznawania opracowane na podstawie zaleceń CDC.

WYNIKI. PNEU wystąpiło u 34 pacjentów, z których 94,1% pacjentów było mechanicznie wentylowanych. Współczynnik zachorowalności skumulowanej wyniósł 5,74%, a gęstości zachorowalności - 3.00‰.

Mediana długości pobytu pacjentów z PNEU wyniosła 36 dni i była o dwadzieścia procent wyższa niż w przypadku innych zakażeń oraz prawie trzykrotnie wyższa niż pobyt pacjentów bez zakażeń (14 dni).

W skali roku, koszty związane z przedłużoną hospitalizacją pacjentów z tą formą zakażenia należy szacować na około 300 000 PLN (72 290 euro dla oddziału, a przeciętnie na jednego pacjenta na 29 106 PLN (7013 euro).

WNIOSKI. PNEU jest jednym z najczęściej występujących zakażeń w oddziałach intensywnej terapii. Skutkiem wystąpienia tej formy zakażenia są dodatkowe koszty wyższe w porównaniu z innymi zakażeniami. Dla pacjentów powikłanie w postaci PNEU wiąże się z wyższym ryzykiem zgonu.

W celu określenia skutków ekonomicznych zakażeń szpitalnych w Polsce niezbędne jest przeprowadzenie dodatkowych celowanych badań.

Słowa kluczowe *szpitalne zapalenia płuc, koszty zakażeń szpitalnych, rejestracja zakażeń szpitalnych, oddziały intensywnej terapii*

BACKGROUNDS

Healthcare-associated infections, including hospital-acquired infections (HAI), are among the most common adverse events in healthcare. On the basis of prevalence research, it is estimated that healthcare-associated infections affect from 3.5% to 9% of patients hospitalized in Europe (1). Epidemiological, morbidity, and prevalence rates are characterized by significant diversity and are derived from the patient population and the local conditions of hospital care organization (diversity between individual countries, as well as regional, or even between hospitals) (2).

Consequences of healthcare-associated infections are decreased quality of services, delayed patient recovery, and even death. In most cases, a hospital-acquired infection is linked with prolonged hospitalization, and in turn, additional costs incurred primarily by hospitals, but also by patients and their families, and the cost borne by society as a whole (3, 4, 5).

An exceptionally high risk of developing healthcare-associated infections concerns patients treated in intensive care units. Among infections reported in intensive care units, ventilator-associated pneumonia accounts for 30% to 50% of cases and the corresponding mortality rate is estimated at 10%–30% (6).

Research in the field of epidemiology and costs (mainly direct ones) of hospital-acquired infections have been carried out for many years in the United States and Western Europe. In Poland, epidemiology of healthcare-associated infections has been described comprehensively through the registration programs of the Polish Society of Hospital Infections (7, 8). This topic was also the subject of other studies (9, 10). Although analyses on costs associated with hospital-acquired infections in Poland are literally single as far, it is a matter of extreme importance not only for research purposes but also as an element of studies in the field of Pharmacoeconomics (11, 12, 13). Knowledge of the costs of healthcare-associated infections is essential to assess the effectiveness of individual procedures preventing infections as well as comprehensive control programs (14).

Applicability of results of research in this field conducted in other countries is significantly limited due to the differences in the organization of providing

WSTĘP

Zakażenia związane z opieką zdrowotną, w tym zakażenia szpitalne, należą do najczęściej występujących zdarzeń niepożądanych w ochronie zdrowia. Na podstawie badań chorobowości szacuje się, że zakażenia szpitalne dotyczą od 3.5% do 9% pacjentów hospitalizowanych w Europie (1). Współczynniki epidemiologiczne – zachorowalność oraz chorobowość cechują się znacznym zróżnicowaniem i są pochodną populacji pacjentów oraz lokalnych uwarunkowań organizacji opieki szpitalnej (zróżnicowanie zarówno pomiędzy poszczególnymi krajami, jak i regionalne, czy nawet pomiędzy szpitalami). Zakażenia szpitalne stanowią szczególne zagrożenie dla pacjentów operowanych oraz dla pacjentów leczonych w oddziałach intensywnej terapii. Najistotniejsze z punktu widzenia epidemiologii oraz skutków formy zakażeń szpitalnych to zakażenia miejsca operowanego, zakażenia układu moczowego, zakażenia krwi oraz zapalenia płuc (2).

Skutki zakażeń szpitalnych to obniżenie jakości świadczonych usług, opóźniony powrót do zdrowia pacjentów, a nawet zgon. W większości przypadków zakażenie szpitalne wiąże się z przedłużoną hospitalizacją, a zatem z dodatkowymi kosztami ponoszonymi przede wszystkim przez szpitale, ale także przez pacjentów i ich rodziny oraz z kosztami ponoszonymi przez całe społeczeństwo (3-5).

Szczególnie wysokie ryzyko rozwoju zakażeń szpitalnych dotyczy pacjentów leczonych w oddziałach intensywnej terapii. Wśród zakażeń odnotowywanych w oddziałach intensywnej terapii, zapalenia płuc, związane z mechaniczną wentylacją, stanowią od 30% do 50%, związana z nimi śmiertelność szacowana jest na 10%-30% (6).

Według wyników analiz przeprowadzonych w innych krajach, szpitalne zapalenia płuc w oddziałach intensywnej terapii pociągają za sobą najwyższe koszty związane z dodatkową hospitalizacją i leczeniem.

Badania w obszarze epidemiologii oraz kosztów (głównie bezpośrednich) zakażeń szpitalnych prowadzone są od wielu lat w Stanach Zjednoczonych oraz Europie Zachodniej. W Polsce epidemiologia zakażeń szpitalnych kompleksowo opisana została dzięki programom rejestracji Polskiego Towarzystwa Zakażeń Szpitalnych (7, 8), temat ten stanowił także przedmiot innych badań (9, 10). Jednak analizy dotyczące kosztów związanych z zakażeniami szpitalnymi w polskich warunkach są jednostkowe, choć jest to kwestia niezwykle istotna nie tylko z poznawczego

medical services and the level of economic development of individual countries (2, 15).

It is also characteristic of research in the field of hospital infection control that any analysis, either epidemiological or of the costs, should take into account diverse forms of infection. This is conditioned by different risk factors, the course, and therefore, consequences.

The objective of this study was to:

- determine epidemiological rates of hospital-acquired pneumonia (HAP) in the Polish ICU, including rates of cumulative incidence, incidence density, and mortality
- determine etiological agents of HAP and its influence on additional length of stay in the ICU and in-hospital mortality
- determine the extension of stay of patients with HAP and associated direct costs incurred by the hospital.

MATERIAL AND METHODS

The studied data concern patients hospitalized in the years 2010–2012 in a 9-bed intensive care unit of a multi-profile specialist hospital in the Małopolskie Province. The intensive care unit is one of the 22 wards of the following medical specialties: radiotherapy, pediatric surgery, general surgery, oncological surgery, pediatric, gynecology and obstetric with gynecological oncology, cardiology, neurosurgery, neonatology with neonatology intensive care, ophthalmology, otolaryngology, orthopedic and traumatology, urology, internal medicine, internal medicine and toxicology, clinical oncology with chemotherapy, neurology, emergency, addiction treatment and rehabilitation. All these wards give a total number of 670 beds.

In order to determine epidemiological rates as well as to evaluate the excess length of stay and consequently additional costs, patients staying in the unit shorter than 2 days were excluded from the study (due to definition criteria of hospital-acquire infections).

Cases of healthcare-associated infections were detected using active methods by the infection control team, in collaboration with the staff of the unit. CDC (*Centers for Disease Control and Prevention*) diagnostic criteria were the basis for the development

punktu widzenia, ale także jako element opracowań z zakresu farmakoekonomiki (11, 12, 13). Znajomość kosztów zakażeń szpitalnych jest niezbędna dla oceny efektywności pojedynczych procedur zapobiegających zakażeniom, ale i kompleksowych programów kontroli (14).

Możliwości zastosowania wyników badań w tym zakresie prowadzonych w innych krajach są znacznie ograniczone, ze względu na różnice w organizacji świadczenia usług medycznych oraz poziomu ekonomicznego poszczególnych krajów (2, 15).

Charakterystyczne dla badań w obszarze kontroli zakażeń szpitalnych jest również to, że wszelkie analizy, zarówno epidemiologiczne, jak i kosztów powinny uwzględniać różnicowanie form zakażeń, co uwarunkowane jest odmiennymi czynnikami ryzyka, przebiegiem, a zatem i skutkami.

Celem niniejszego badania było:

- określenie współczynników epidemiologicznych zapaleń płuc (PNEU) w polskim oddziale intensywnej terapii, w tym współczynników: zachorowalności skumulowanej, gęstości zachorowalności oraz śmiertelności
- określenie czynników etiologicznych zapaleń płuc
- określenie przedłużenia pobytu pacjentów z zapaleniami płuc oraz związanych z tym kosztów bezpośrednich ponoszonych przez szpital.

MATERIAŁ I METODY

Dane będące przedmiotem analizy dotyczą pacjentów hospitalizowanych w latach 2010-2012 w 9 łóżkowym oddziale intensywnej terapii szeroko profilowego specjalistycznego szpitala w województwie małopolskim. Oddział intensywnej terapii jest jednym z 22 oddziałów następujących specjalności: radioterapia, chirurgia dziecięca, chirurgia ogólna, chirurgia onkologiczna, pediatria, ginekologia i położnictwo, onkologia, kardiologia, neurochirurgia, neonatologia z intensywną terapią noworodka, okulistyka, otolaryngologia, ortopedia i traumatologia, urologia, interna, interna i toksykologia, onkologia kliniczna z chemioterapią, neurologia, medycyna ratunkowa, oddział leczenia uzależnień oraz rehabilitacja. Łączna liczba łóżek w szpitalu to 670. Dla wyznaczenia współczynników zachorowalności skumulowanej oraz gęstości zachorowalności wzięto pod uwagę wszystkich pacjentów leczonych w oddziale w analizowanym okresie.

Przypadki zakażeń szpitalnych wykrywane były metodą czynną przez zespół kontroli zakażeń we współpracy z personelem oddziału. Stosowano definicje zakażeń opracowane na podstawie kryteriów rozpoznawania CDC (*Center of Diseases Control and Prevention*). W grupie pacjentów z zakażeniami i kontrolnej bez zakażeń wyodrębniono najważniejsze czynniki determinujące długość pobytu w OIT, takie jak: wiek, płeć, choroba podstawowa oraz schorzenia współistniejące.

of definitions of infections that were employed. In the group of patients with infections and control without infections, the most important factors determining the length of ICU stay, such as, age, sex, underlying disease, and coexisting conditions were chosen.

A wide range of principal diagnoses (ICD-10), the underlying diseases causing the patients' stay in the ICU, were classified into 10 categories, which group the diagnoses related to the disorders of individual systems. A similar classification procedure was applied for additional diagnoses related to concomitant diseases.

The distinguished categories were the following: K – cardiovascular diseases, O – respiratory tract diseases, T – gastrointestinal tract diseases, U – trauma, Z – infectious diseases and infections, C – tumors, CUN – central nervous system diseases, K-S – musculoskeletal diseases, M – endocrine system diseases, N – kidney diseases.

All data employed in the analysis were data recorded by the hospital routinely under provisions of the Polish law concerning patient hospitalization. Data for the analysis were rendered anonymous.

The connection between the PNEU patients' hospitalization and the etiological agent was examined. Identification of etiological agents was obtained by microbiological testing performed in the form of classical culture methods conducted mainly on samples obtained from bronchoalveolar lavage. Statistical analysis was based on the chi-square test, Fisher's exact test, or Mann-Whitney U test, depending on the type of variables.

The average cost per day in the ICU was based on data from the National Health Fund [16]. Alongside costs expressed in Polish zlotys, costs expressed in Euros were given, taking into account the following conversion rate: 1 Euro = PLN 4.15.

RESULTS

592 patients were admitted to the unit in the analyzed period. Their total hospital stay amounted to 11,485 days. In the analyzed period, 499 patients were hospitalized over 2 days, including 205 (41.1%) women and 294 (58.9%) men.

A total of 82 cases of hospital-acquired infections were recorded. In most cases, one form of infection developed in patients staying in the unit (58.5%). Nearly one-fourth of the patients experienced two forms of infection, and in 11.0%, there were three. The most common were bloodstream infections (BSI) – 45.1% and hospital-acquired pneumonia (HAP) – 41.5%.

Hospital-acquired pneumonia developed in 34 patients, of which 94.1% were cases associated with the use of mechanical ventilation. Cumulative incidence of HAP was 5.74%, and incidence density amounted to 3.00‰.

Szeroki zakres rozpoznań głównych (ICD-10) – choroby podstawowej będącej przyczyną pobytu pacjenta w OIT sklasyfikowano w 10 kategorii, grupujących rozpoznania odnoszące się do schorzeń poszczególnych układów. Podobną procedurę klasyfikacji zastosowano dla rozpoznań dodatkowych, odnoszących się do chorób towarzyszących.

Wyodrębnione kategorie to: K – choroby układu krążenia, O – choroby układu oddechowego, T – choroby układu pokarmowego, U – urazy, Z – choroby zakaźne i zakażenia, C – nowotwory, CUN – choroby centralnego układu nerwowego, K-S – choroby układu mięśniowo-szkieletowego, M – choroby układu wydzielania wewnętrznego, N – choroby nerek.

Wszystkie dane wykorzystane w niniejszej analizie były danymi rejestrowanymi przez szpital rutynowo w oparciu o obowiązujące w Polsce przepisy odnoszące się do hospitalizacji pacjentów. Dane dla celów analizy zostały anonimizowane.

Przy ocenie przedłużenia pobytu w związku z wystąpieniem zapalenia płuc, a także dla zbadania korelacji pomiędzy zakażeniem a ryzykiem zgonu, pominięto pacjentów przebywających w oddziale krócej niż 2 dni, dla zapewnienia ostrożności przy szacowaniu wymienionych parametrów.

Zbadano związek pomiędzy długością pobytu pacjentów z zapaleniami płuc z uwzględnieniem czynników etiologicznych, które ustalono na podstawie wyników badań bakteriologicznych wykonanych w laboratorium szpitalnym, przeprowadzanych klasycznymi metodami hodowlanymi. Analizę statystyczną przeprowadzono w oparciu o test χ^2 lub test dokładny Fishera oraz test Manna-Whitney'a, w zależności od rodzaju zmiennych.

Średni koszt osobodnia w OIT ustalono na podstawie danych Narodowego Funduszu Zdrowia (16). Obok wartości kosztów z PLN podano koszty w euro, uwzględniając następujący przelicznik: 1 euro = 4.15 PLN.

WYNIKI

W analizowanym okresie przyjęto do oddziału 592 pacjentów, których łączna hospitalizacja wyniosła 11 485 osobodni. Szpitalne zapalenie płuc wystąpiło u 34 pacjentów, z których 94,1% to przypadki związane ze stosowaniem mechanicznej wentylacji. Współczynnik zachorowalności skumulowanej dla PNEU wyniósł 5,74%, a gęstość zachorowalności 2,96‰.

W analizowanym okresie powyżej 2 dni hospitalizowanych było 499 pacjentów, w tym 205 (41,1%) kobiet oraz 294 (58,9%) mężczyzn.

Zarejestrowano łącznie 82 przypadki zakażenia szpitalnego. W większości przypadków, podczas pobytu na oddziale u pacjentów doszło do rozwoju jednej formy zakażenia (58,5%). U prawie jednej czwartej z grupy pacjentów wystąpiły dwie formy zakażeń, a u 11,0% - trzy.

Patients who developed HAI during their hospitalization in the ICU, stayed in the unit over twice as long as patients without infections: median length of stay 32 vs. 14 days ($p < 0.0001$). There were no statistically significant differences in age, sex, and mortality of patients who developed hospital-acquired infection as compared to those whose hospitalization did not involve complications. The development of infection was significantly influenced by the reason for admission – underlying disease, which put the patients in the ICU, in contrast to coexisting diseases (Tab. I).

Najczęściej występowały zakażenia krwi (ZUK) – 45.1% oraz zapalenia płuc 41.5%. Pacjenci, u których w trakcie pobytu na oddziale doszło do rozwoju zakażenia szpitalnego przebywali w oddziale ponad dwukrotnie dłużej niż pacjenci bez zakażeń – mediana długości pobytu 32 vs. 14 dni ($p < 0,0001$). Nie odnotowano znamienych statystycznie różnic w wieku, płci i śmiertelności pacjentów, u których wystąpiło zakażenia szpitalne w porównaniu do tych, których hospitalizacja nie była nim powikłana. Na wystąpienie zakażenia istotny wpływ miał powód przyjęcia – choroba zasadnicza, z powodu której pacjent trafił na OiT, w odróżnieniu do chorób współistniejących. Szczegółowe dane przedstawiono w tabeli I.

Table I. Characteristics of patients with infections vs. without infection
Tabela I. Charakterystyka pacjentów z zakażeniami vs. bez zakażeń

Independent variable	Hospital-acquired infection				p
	none (N=417)		occurred (N=82)		
Age (median (Q1-Q3))	64 (46-76)		61.5 (49-75)		0.494
Days of hospital stay (median (Q1-Q3))	14 (7-26)		32 (20-56)		<0.0001
	N	%	N	%	
Death	114	79.2%	30	20.8%	0.091
Discharge from the ward	303	85.4%	52	14.6%	
Sex					
Woman	176	85.9%	29	14.1%	0.250
Man	241	82.0%	53	18.0%	
Principal diagnosis					
C, CUN, K-S, M, N (<i>one category for diagnoses where infection accounted for 5 % at the most</i>)	91	96.8%	3	3.2%	<0.001
K	138	78.4%	38	21.6%	
O	93	87.7%	13	12.3%	
T	16	88.9%	2	11.1%	
U	55	71.4%	22	28.6%	
Z	24	85.7%	4	14.3%	
Number of additional diagnoses					
0	190	87.6	27	12.4	0.119
1	156	81.7	35	18.3	
2	65	77.4	19	22.6	
3	6	85.7	1	14.3	

Q1 - 1 quartile; Q3 - 3 quartile

K – cardiovascular diseases, O – respiratory tract diseases, T – gastrointestinal tract diseases, U – trauma, Z – infectious diseases and infections, C – tumors, CUN – central nervous system diseases, K-S – musculoskeletal diseases, M – endocrine system diseases, N – kidney diseases.

A thorough analysis of the data focused on the extension of patients' stay in the unit demonstrated that HAP cases prolonged the patients' stay in the ICU to the greatest extent.

Median length of stay of patients with HAP amounted to 36 days and this value was more than twenty percent higher than in the case of other forms of infection (27 days), and almost three times higher than in patients who did not develop any form of health-care-associated infection (14 days). Detailed data are presented in Table II.

Dokładna analiza danych ukierunkowana na przedłużenie pobytu pacjentów na oddziale i związane z tym koszty wykazała, że powikłanie w postaci zapalenia płuc w największym stopniu wydłużało pobyt pacjentów w OiT.

Mediana długości pobytu pacjentów z PNEU wyniosła 36 dni i było to o ponad dwadzieścia procent dłużej niż w przypadku innych form zakażeń (27 dni) oraz prawie trzykrotnie dłużej niż u pacjentów, u których nie doszło do rozwoju żadnej formy zakażenia szpitalnego (14 dni) (Tab. II).

Table II. Length of stay in the ICU and deaths – patients with HAP vs. patients with other forms of hospital-acquired infections and without infections

Tabela II. Długość pobytu w OiT oraz zgony pacjentów z zapaleniami płuc vs. pacjentów z innymi formami zakażeń oraz bez zakażeń

Infection type	Median	Q1	Q3	Min	Max	p	Death N=144		Discharge N=355		p
							N	%	N	%	
HAP	14	7	26	3	226	<0.0001	17	11.8%	17	4.8%	0.019
Other HAI	36	22	68	6	125		13	9.0%	35	9.9%	
None	27	19	40	10	120		114	79.2%	303	85.4%	
PNEU etiological agent											
<i>Acinetobacter baumannii</i>	28	15	51	7	80	0.527	4	23.5%	4	23.5%	0.242
<i>Klebsiella pneumonia</i>	37	25	64	22	102		3	17.6%	2	11.8%	
Other Gram(-) bacilli	42	19	77	18	125		5	29.4%	1	5.9%	
<i>Staphylococcus aureus</i>	40	20	49	6	52		0		4	23.5%	
<i>Candida spp.</i>	14	14	14	14	14		0		1	5.9%	
Poly-etiological	56	32	68	20	71		3	17.6%	2	11.8%	
Different etiological factors isolated in subsequent test	72	33	87	27	124		2	11.8%	3	17.6%	

Q1 - 1 quartile; Q3 - 3 quartile

K – cardiovascular diseases, O – respiratory tract diseases, T – gastrointestinal tract diseases, U – trauma, Z – infectious diseases and infections, C – tumors, CUN – central nervous system diseases, K-S – musculoskeletal diseases, M – endocrine system diseases, N – kidney diseases.

The length of stay of patients with HAP, taking into account its etiology, was subjected to analysis. The proportion of isolated etiological agents is shown in Table III. The highest median length of stay of 72 days was recorded in HAP cases where in subsequent microbiological tests different etiological factors were isolated and 56 days - in those in whom more than one etiological agents (poly-etiological) were isolated. However, PNEU etiology was not a statistically significant factor influencing the length of hospital stay (Tab. II).

Among HAP patients, statistically significant higher mortality was also recorded in comparison with discharged HAP patients (11.8% vs. 4.8%) than in patients with other forms of infection (9.0% vs. 9.9%) or without infection (79.2% vs. 85.4%), but the etiological agent was not a factor that significantly determined mortality (Tab. III).

Długość pobytu pacjentów z PNEU z uwzględnieniem jego etiologii oraz udział procentowy izolowanych czynników etiologicznych przedstawiono w tabeli II. Najwyższe mediany pobytu – 72 dni, odnotowano u pacjentów, u których do zapalenia płuc dochodziło więcej niż jeden raz w trakcie pobytu na oddziale oraz 56 dni – u takich, u których izolowano więcej niż jeden czynnik etiologiczny. Jednak etiologia PNEU nie była czynnikiem istotnie statystycznie wpływającym na długość pobytu na oddziale (Tab. II).

Wśród pacjentów z PNEU odnotowano także istotnie wyższą śmiertelność w porównaniu do pacjentów z PNEU wypisanych (11,8% vs. 4,8%) niż u pacjentów z zakażeniami innych form (9,0% vs. 9,9%) lub bez zakażeń (79,2% vs. 85,4%), choć czynnik etiologiczny także nie był czynnikiem istotnie determinującym śmiertelność (Tab. III).

Table III. PNEU etiological agents of the patients registered in the intensive care unit

Tabela III. Czynniki etiologiczne zapaleń płuc zarejestrowanych u pacjentów oddziału intensywnej terapii

Etiological agent	N	%
<i>Acinetobacter baumannii</i>	8	23.5
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	5	14.7
Other Gram(-) bacilli	6	17.6
<i>Staphylococcus aureus</i>	4	11.8
<i>Candida spp.</i>	1	2.9
Polyetiological	5	14.7
Different etiological factors isolated in subsequent test	5	14.7
Total	34	100.0

Occurrence of HAP in patients of the analyzed ward significantly contributed to the prolongation of the hospital stay (Tab. IV). The relative risk of prolonged stay in the ICU due to HAP was 2.19 times greater than for patients without any infection (95% CI: 1.80-1.95), and greater than the risk of analogous values for other forms of infections (Tab. V). But variables determining the length of stay in the present study also include age (every 10 years), sex (men vs. women - IRR 1.19 (95%CI 1.14-1.23, $p < 0.0001$), principal diagnosis of disease for a patient (for respiratory system diseases, gastrointestinal system diseases, trauma patients and infectious disease and infections), as well as the fact of occurrence of three or more forms of infection per patient (IRR 2.66 (95%CI 2.44 – 2.82, $p < 0.0001$). Detailed data are presented in (Tab. IV).

Wystąpienie zapalenia płuc u pacjentów analizowanego oddziału istotnie przyczyniało się do przedłużenia pobytu w szpitalu (Tab. IV). Ryzyko przedłużenia pobytu w OiT pacjentów z PNEU było 2,19 razy wyższe niż pacjentów bez zakażeń (95% CI: 1,80 – 1,95) oraz wyższe niż analogiczne ryzyko związane z innymi formami zakażenia (tabela IV). Długość pobytu w oddziale determinowały także inne analizowane w niniejszym badaniu zmienne, takie jak: wiek (przedziały wiekowe co 10 lat), płeć (mężczyźni vs. kobiety – IRR 1,19 (95% CI 1,14-1,12, $p < 0,0001$)), podstawowe rozpoznanie choroby u pacjenta, także fakt wystąpienie trzech lub więcej form zakażeń u jednego pacjenta (IRR 2,66 (95%CI 2,44-2,82, $p < 0,0001$)).

Table IV. Univariate models for risk of prolongation of hospitalization and death among patients with HAP vs. others
Tabela IV. Jednoczynnikowa analiza ryzyka przedłużenia hospitalizacji oraz zgonu pacjentów z zapaleniami płuc vs. pozostali pacjenci

Independent variable	Prolongation of hospitalization		Death	
	IRR(95% CI)	p	OR(95% CI)	p
Hospital-acquired infection	1.87(1.80-1.95)	<0.0001	1.53(0.93-2.52)	0.093
Pneumonia vs. no infection	2.19 (2.08-2.31)	<0.0001	2.66 (1.31-5.84)	0.009
Other infection_not pneumonia vs. no infection	1.65 (1.57-1.74)	<0.0001	0.99 (0.50-1.93)	0.970
Number of infections				
1 HAI vs. no infections	1.55 (1.47-1.64)	<0.0001	1.21 (0.63-2.31)	0.567
2 HAI vs. no infections	2.09 (1.95-2.25)	<0.0001	1.55 (0.60-4.04)	0.369
3 and more HAI vs. no infections	2.62 (2.44-2.82)	<0.0001	3.04 (1.08-8.57)	0.036
Age (every 10 years)	0.98 (0.97-0.99)	<0.0001	1.12 (1.01-1.24)	0.038
Men vs. women	1.19 (1.14-1.23)	<0.0001	1.01 (0.68-1.49)	0.975
Principal diagnosis				
K vs K-S, M, N, CUN, C	1.02 (0.97-1.08)	0.423	19.30(8.01-46.49)	<0.0001
O vs K-S, M, N, CUN, C	1.26 (1.19-1.34)	<0.0001	2.05(0.74-5.63)	0.164
T vs K-S, M, N, CUN, C	1.77(1.62-1.93)	<0.0001	4.19 (4.05-16.74)	0.043
U vs K-S, M, N, CUN, C	1.44 (1.36-1.53)	<0.0001	3.85 (1.43-10.39)	0.008
Z vs K-S, M, N, CUN, C	1.12 (1.02-1.22)	0.013	3.19 (0.89-11.38)	0.074

p-Significance; OR=Odds ratio, 95%CI - 95% Confidence interval, IRR=Relative risk

K – cardiovascular diseases, O – respiratory tract diseases, T – gastrointestinal tract diseases, U – trauma, Z – infectious diseases and infections, C – tumors, CUN – central nervous system diseases, K-S – musculoskeletal diseases, M – endocrine system diseases, N – kidney diseases.

Multivariate analysis confirmed that hospital acquired infections were independent risk factors for excess length of stay in the ICU and that relative risk for HAP were greater than for other forms of infections (Tab. IV). However, HAP was not a risk factor for increased in-hospital mortality, as well as number of infections or patients' age. Independent risk factor for increase in-hospital mortality was the primary diagnosis for hospitalization in the ICU. The risk of death in the ICU was almost 20 times greater for patients with cardiovascular diseases comparing with others (OR – 19.3; 95%CI (7.89-47.20) (Tab. V).

Analiza wieloczynnikowa potwierdziła, że zakażenie szpitalne stanowiło niezależny czynnik ryzyka przedłużenia pobytu w OiT, a ryzyko względne dla HAP było większe niż dla innych form zakażeń (Tabela V). Jednakże HAP nie stanowił czynnika ryzyka śmiertelności, podobnie jak liczba zakażeń oraz wiek pacjentów. Niezależnym czynnikiem zwiększającym ryzyko śmiertelności była choroba podstawowa, stanowiąca powód przyjęcia do OiT. Ryzyko zgonu było prawie 20 razy wyższe u pacjentów przyjętych z powodu chorób układu krążenia, w porównaniu z pozostałymi (OR - 19,3; 95%CI(7,89-47,20) (Tab. V)..

Table V. Multivariate models for risk of prolongation of hospitalization and death among patients with HAP vs. others
 Tabela V. Wieloczynnikowa analiza ryzyka przedłużenia hospitalizacji oraz zgonu pacjentów z zapaleniami płuc vs. pozostali pacjenci

Independent variable	Prolongation of hospitalization		Death	
	IRR(95% CI)	p	OR(95% CI)	p
Hospital-acquired infection	1.67(1.50-1.95)	<0.0001	-	-
Pneumonia vs. no infection	1.92 (1.79-2.06)	<0.0001	2.04 (0.77-5.43)	0.15
Other infection_not pneumonia vs. no infection	1.61 (1.53-1.70)	<0.0001	-	-
Number of infections				
1 or 2 HAI vs. no infections	1.58 (1.50-1.68)	<0.0001	-	-
3 and more HAI vs. no infections	2.79 (2.49-3.13)	<0.0001	1.07 (0.27-4.21)	0.93
Age (every 10 years)	0.99 (0.98-0.99)	0.01	1.00 (0.88-1.14)	0.96
Men vs. women	1.11 (1.07-1.15)	<0.0001	-	-
Principal diagnosis				
K vs K-S, M, N, CUN, C	-	-	19.30 (7.89-47.20)	0.00
O vs K-S, M, N, CUN, C	1.17 (1.10-1.24)	<0.0001	-	-
T vs K-S, M, N, CUN, C	1.71 (1.57-1.87)	<0.0001	4.43 (1.10-17.89)	0.04
U vs K-S, M, N, CUN, C	1.15 (1.01-1.22)	0.36	3.83 (1.38-10.59)	0.01
Z vs K-S, M, N, CUN, C	1.11 (1.07-1.15)	<0.0001	-	-

p- Significance; OR= Odds ratio, 95%CI - 95% Confidence interval, IRR= Relative risk

K – cardiovascular diseases, O – respiratory tract diseases, T – gastrointestinal tract diseases, U – trauma, Z – infectious diseases and infections, C – tumors, CUN – central nervous system diseases, K-S – musculoskeletal diseases, M – endocrine system diseases, N – kidney diseases.

Comparison of median length of stay of patients with HAP (36 days) and patients without infections (14 days), enables us to estimate average prolongation of stay of a patient with HAP in the ICU, which in this case amounted to 22 days (table II). In the three years of observation of the ward, HAP developed in 34 patients which means that the total extension of stay may be estimated at 748 days (the analysis excluded patients treated in the unit shorter than 48 h or less in order to avoid undervaluation of the median stay of patients without infection). According to data from the National Health Fund, refund value per day of stay in the intensive care units of the Małopolskie Province in 2011 amounted to PLN 1,322.83 (319€), which, for the analyzed unit, is equal to PLN 989,477 (238,428€) representing the cost of prolonged hospitalization of patients with HAP. Annually, costs associated with the extension of stay of patients with this form of infection should be evaluated at over PLN 300,000 (72.290€) per hospital; average per patient is PLN 29,106 (7013€).

DISCUSSION

Authors investigating the cost of healthcare-associated infections used different methods, among which a relatively common method is comparing the average costs for patients with infections to the costs for patients without infection, provided that the groups are comparable in terms of the main parameters characterizing their clinical condition (4). Less frequent are methods based on case-control analysis of pairs (17), as wide variation between patients makes it possible

Porównanie mediany długości pobytu pacjentów z PNEU – 36 dni oraz pacjentów bez zakażeń – 14 dni, pozwala oszacować przeciętne przedłużenie pobytu na oddziale pacjenta z PNEU, które w tym przypadku wyniosło 22 dni (Tab. II). W okresie trzech lat obserwacji na oddziale PNEU wystąpiło u 34 pacjentów, co oznacza, że łączne przedłużenie pobytu można szacować na 748 osobodni (w analizie wykluczono pacjentów leczonych na oddziale krócej niż dwie doby, żeby uniknąć zaniżenia wartości mediany pobytu pacjentów bez zakażeń). Według danych Narodowego Funduszu Zdrowia wartość refundacji za osobodzień pobytu w oddziałach intensywnej terapii województwa małopolskiego w 2011 r. wyniosła 1 322,83 PLN, co dla analizowanego oddziału oznacza kwotę 989 477 PLN, odpowiadającą kosztom przedłużonej hospitalizacji pacjentów z PNEU. Rocznie koszty związane z przedłużeniem pobytu pacjentów z tą formą zakażenia należy ocenić na ponad 300 tys. PLN dla szpitala; przeciętnie na jednego pacjenta – 29 106 PLN.

DYSKUSJA

Autorzy badając koszty zakażeń szpitalnych posługują się różnymi metodami, wśród których stosunkowo często wykorzystywana jest metoda porównująca średnie koszty w grupie pacjentów z zakażeniami do kosztów w grupie pacjentów bez zakażeń, pod warunkiem, że grupy te są porównywalne pod względem najważniejszych parametrów charakteryzujących stan kliniczny pacjentów (4). Rzadziej wykorzystywane bywają metody oparte na analizie par przypadków – kontrola (17), gdyż duże

for the selected set of pairs not to reflect regularities characteristic of the whole population.

McGlone et al. made use of a stochastic computer simulation model to evaluate the economic impact of *Clostridium difficile* infections and attempted to assess the costs from hospital, third-party payer, and societal perspectives (18).

This analysis was carried out in respect of 34 recorded cases of HAP, an annual average of about 11. However, distribution of the number of registered HAP cases in the analyzed period of three years was not even. The most, as many as 17, cases were registered in 2010; in subsequent years, the number of reported HAP cases was similar. This fact is an example of the difficulties associated with estimating the average yearly costs related to hospital-acquired infections, which results from the dynamics of the epidemiological situation, even within a single hospital or even one unit. The necessity of performing economic analyses based on several years of observation is also associated with differences in a given patient population and getting a sufficient number of well-matched cases and controls necessary to carry out statistical analyses.

Due to wide diversity of the patient population, the analysis was carried out for two groups: patients with infection and without it, which was possible thanks to several years of observation.

Cost values of hospital-acquired infections obtained in individual studies are usually given as average amounts and are contained within certain ranges, even if the estimates concern the same form. Differentiation of costs of hospital-acquired infections, even with respect to a specific selected form, is well-illustrated by the review of *Mittman* et al. (19). In the quoted review, *Mittman* analyzed just under 160 studies concerning economic consequences of adverse events in health-care units. Most of them were studies on the costs of HAIs (most frequent adverse effects in the healthcare settings), but there were none derived from Poland.

According to the authors' knowledge, the presented results are a first attempt to estimate the costs of prolonged hospital stay associated with HAP in the intensive care unit in Poland. The type of data available for analysis determines limitations of the findings arising from it. To estimate the cost of prolonged hospitalization, data on refunds derived from the National Health Fund reports were used. Lack of access to accurate data on the costs of individual procedures executed during the treatment of patients in the ICU made it impossible to perform a detailed analysis of particular categories of costs, however, the results reflect the quantitative scale of the problem in Poland. In this study, ICU stay of patients with HAP was over two and a half times longer than the one of patients without infection (median of 36 vs. 14 days) and the associated mean costs of hos-

próżnicowanie pomiędzy pacjentami sprawia, że wybrany zestaw par może nie odzwierciedlać prawidłowości charakterystycznych dla całej populacji.

McGlone i wsp. do oceny skutków ekonomicznych zakażeń *Clostridium difficile* wykorzystali stochastyczny model komputerowy oraz podjęli próbę oceny kosztów zarówno z perspektywy szpitala, płatnika oraz z perspektywy społecznej (18).

Niniejsza analiza została przeprowadzona w odniesieniu do 34 zarejestrowanych przypadków PNEU, średniorocznie około 11. Rozkład liczby rejestrowanych przypadków PNEU w analizowanym, trzyletnim okresie nie był jednak równomierny. Najwięcej, bo aż 17 przypadków zarejestrowano w roku 2010, w kolejnych latach liczba odnotowywanych PNEU była podobna. Fakt ten jest przykładem trudności związanych z szacowaniem średnich wartości kosztów związanych z zakażeniami szpitalnymi, wynikający z dynamiki sytuacji epidemiologicznej, nawet w ramach jednego szpitala, czy wręcz oddziału. Konieczność analiz ekonomicznych w oparciu o kilkuletnią obserwację wiąże się także ze zróżnicowaniem danej populacji pacjentów oraz uzyskaniem wystarczającej liczby dobrze dopasowanych przypadków i kontroli niezbędnej do przeprowadzenia analiz statystycznych.

Ze względu na duże zróżnicowanie populacji pacjentów, analizę przeprowadzono w odniesieniu do dwóch grup: pacjentów z zakażeniami i bez zakażeń, co było możliwe dzięki kilkuletniej obserwacji.

Wartości kosztów zakażeń szpitalnych uzyskiwane w poszczególnych badaniach podaje się zazwyczaj jako kwoty średnie lub mieszczące się w określonych przedziałach, nawet jeżeli szacunki dotyczą tej samej formy. Zróżnicowanie kosztów zakażeń szpitalnych, nawet w odniesieniu do konkretnej, wybranej formy dobrze ilustruje praca przeglądowa *Mittman* i wsp. (19) W cytowanej pracy *Mittman* przeanalizowano prawie 2 tys. prac dotyczących skutków ekonomicznych zdarzeń niepożądanych w jednostkach ochrony zdrowia, a do dokładnej analizy, na podstawie założeń badania, wybrano poniżej 160 doniesień. Większość z nich stanowiły prace dotyczące kosztów zakażeń szpitalnych, wśród których nie znalazła się żadna praca pochodząca z Polski.

Według wiedzy autorów prezentowane wyniki są pierwszą próbą oszacowania kosztów przedłużonego pobytu związanych z PNEU w oddziale intensywnej terapii w polskich warunkach, choć dostępne dane determinują ograniczenia płynące z analizy wniosków. Do oszacowania kosztu przedłużonego pobytu na oddziale wykorzystano dane o refundacji pochodzące z raportów NFZ. Brak dostępu do precyzyjnych danych o kosztach poszczególnych procedur realizowanych w ramach leczenia pacjentów w OiT uniemożliwił szczegółową analizę poszczególnych kategorii kosztów, jednak uzyskane wyniki obrazują w ujęciu ilościowym skalę problemu w warunkach polskich. W niniejszym badaniu pobyt pa-

pitalization should be similarly assessed: PLN 47,622 (11,475€) vs. PLN 18,519 (4462€). In a German study devoted to costs of lower respiratory tract infections (LRTI) in the ICU, a similar average length of stay was established for patients with LRTI and it amounted to 36 days, but this value was connected with lower average prolongation of stay since patients without infections spent there 24 days, on average (17). In the cited study, *Leistner's* median hospital costs of patients with LRTI was EUR 45,041 vs. EUR 26,467 for patients without infections. Differing results were obtained by *Vrijens et al.* who estimated the average prolongation of stay of patients with LRTI in Belgian ICUs at 11.4 days (20), which is almost half less than that obtained in this study. Lower values for hospitalization duration of trauma patients with complication in the form of PNEU were also obtained in the study carried out by *Glance et al.* (mean value: 24 days) (21). However, in the cited study, patients with HAP generated the highest average costs in comparison with patients with BSI, *Clostridium difficile*, or *Staphylococcus aureus* infections, i.e., respectively, USD 77,393, USD 60,398, USD 33,294, and USD 47,908 (21).

Many studies concerning costs of hospital-acquired infections are devoted to infections caused by a specific, usually multidrug-resistant, microbe as an element generating the highest costs (5, 22, 23). This is illustrated in the study by *Ott et al.*, which analyzes the costs of HAP caused by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (24). In the cited study, there was no statistical significance concerning differences in the length of ICU stay of patients with HAP caused by MRSA vs. MSSA: 22 vs. 20 days, but, the costs of HAP caused by MRSA were almost fivefold higher than MSSA (11,704 vs. 2,662 Euro; $p < 0,002$), and in-hospital mortality was higher in the case of pneumonia caused by methicillin-resistant strains as compared to methicillin-sensitive strains. In the present study, the type of etiological agent had no impact either on patient mortality or their length of ICU stay, but it cannot be excluded that polymicrobial HAP was associated with significantly different costs of antibiotic therapy (which were not calculated in this study). It is worthwhile to pay attention to the fact that HAP etiology in the analyzed study, in which 23% of cases were caused by *A. baumannii* (Table III), was different from the German ICU from *Leistner's* study, in which the dominating etiological agents were *E. coli* (19%), *S. aureus* (16%), *Klebsiella spp.* (12%), and *P. aeruginosa* (7%) (17).

Analysis of results of studies conducted in other countries would demonstrate further differences in comparison with the results obtained in this study (19), which would only confirm the hypothesis of adversities, or even lack of possibility of their use, in relation to the population of Polish patients (25).

cyjntów z PNEU w OIT był ponad dwa i pół razy dłuższy niż pacjentów bez zakażeń (mediana 36 vs. 14 dni) i podobnie należy szacować związane z tym średnie koszty hospitalizacji: 47 622 PLN vs. 18 519 PLN. W badaniu niemieckim dedykowanym kosztom zapaleń dolnych dróg oddechowych w OIT (*lower respiratory tract infections* - LRTI) ustalono podobną średnią długość pobytu pacjentów z LRTI, bo wynoszącą 36 dni, ale wartości tej odpowiadało niższe przeciętne przedłużenie pobytu, ponieważ pacjenci bez zakażeń przebywali tam średnio 24 dni (17). W cytowanym badaniu *Leistnera* mediana kosztów szpitalnych pacjentów z LRTI wyniosła 45,041 euro vs. 26,467 euro dla pacjentów bez zakażeń. Odmienne wyniki uzyskali *Vrijens i in.*, którzy średnie przedłużenie pobytu pacjentów z LRTI w belgijskich ICUs szacowali na 11,4 dnia (20), czyli prawie o połowę niższe niż uzyskane w niniejszym badaniu. Niższe wartości długości pobytu pacjentów wypadkowych (*trauma patients*) z powikłaniem w postaci PNEU otrzymano też w badaniu przeprowadzonym przez *Glance i in.* – średnia wartość: 24 dni (21). Jednak w cytowanym badaniu pacjenci z PNEU generowali najwyższe średnie koszty w porównaniu z pacjentami z ZUK, zakażeniami *Clostridium difficile* czy *Staphylococcus aureus* – odpowiednio 77 393 USD, 60 398 USD, 33 294 USD oraz 47 908 USD (21).

Wiele prac dotyczących kosztów zakażeń szpitalnych poświęconych jest zakażeniom wywoływanym przez określony, najczęściej wielolekooporny drobnoustrój, jako element generujący najwyższe koszty (5, 22, 23). Przykładem jest praca *Ott i wsp.*, w której analizowano koszty PNEU o etiologii gronkowca złocistego opornego na metycylinę vs. wrażliwego (24). W cytowanym badaniu nie stwierdzono statystycznej istotności różnic w długości pobytu w OiT pacjentów z PNEU o etiologii MRSA vs. MSSA: 22 vs. 20 dni, ale koszty (*loss per patient*) PNEU o etiologii MRSA były prawie pięciokrotnie wyższe niż MSSA (11,704 euro vs. 2,662; $p < 0,002$). Również śmiertelność wyższa była w przypadku zapaleń płuc wywołanych szczepami opornymi na metycylinę w porównaniu z wrażliwymi. W niniejszym badaniu rodzaj czynnika etiologicznego nie miał wpływu ani na śmiertelność pacjentów, ani na długość ich pobytu w OiT, choć nie można wykluczyć, że PNEU o różnej etiologii wiązały się z istotnie różnymi kosztami antybiotykoterapii. Warto tu zwrócić jeszcze uwagę na fakt, że etiologia PNEU w analizowanej pracy, gdzie w 23% przypadków czynnikiem etiologicznym był *A. baumannii* (Tab. III) była odmienna niż w OiT niemieckim z badania *Leistnera*, w którym dominującymi czynnikami etiologicznymi były *E. coli* (19%), *S. aureus* (16%), *Klebsiella spp.* (12%) oraz *P. aeruginosa* (7%) (17).

Analiza wyników przeprowadzonych w innych krajach wykazałaby dalsze różnice w porównaniu z wynikami uzyskanymi w niniejszym badaniu (19), potwierdzające tylko tezę o trudnościach, a nawet braku możliwości ich wykorzystania w odniesieniu do populacji polskich pacjentów (25)

The results of this study support the hypothesis that the occurrence of a complication in the form of HAP is associated with significantly higher costs of hospitalization of patients, reaching, on the national scale, several hundred million zlotys per year. A cautious extrapolation of results obtained for approx. 700 hospitals in Poland, hence, gives the amount of PLN 200 million (48.2 mln€). This amount is about 40 times higher than the estimated costs of hospitalization on account of community-acquired pneumonia in Poland (26).

In order to reliably assess these costs, however, it is necessary to carry out targeted research on a larger group of hospitals/units. It stems from the fact that different wards, even of the same type, in this case ICUs, may be characterized by distinct epidemiological situation. Epidemiological situation is the result of work organization, patient population, etc. One example is the comparison of epidemiological rates obtained in this study and by the Polish Society of Hospital Infections (PSHI) under their registration program for the years 2002–2004 (27). The cumulative incidence rate in the present study was one and a half times higher than the one obtained by PSHI, i.e., 5.74% vs. 3.90 %, and incidence density rate was almost three times lower: 3.00‰ vs. 8.74‰. Such epidemiological rates for the analyzed population indicate high sensitivity of registration of infections in the ward (cumulative incidence rate) and the fact that the average stay of patients was relatively high (incidence density rate).

Cost analysis of hospital-acquired infections is an essential element of decision-making in healthcare, from the selection of small medical equipment to establishing and investing in the operation of infection control teams and to major investment decisions associated with equipping operating rooms and intensive care units.

On the market, also in Poland, there are offers of equipping intensive care units with touch surfaces made of copper which may decrease HAIs prevalence (28). Without a detailed analysis of not only the epidemiological situation but also the costs of hospital-acquired infections, any decisions that are financial in nature are subject to errors and, therefore, unreliable.

CONCLUSIONS

1. Hospital-acquired pneumonia is one of the most common hospital-acquired infections in intensive care units. The occurrence of HAP in ICU patients involves the highest risk of patient death, in comparison with patients with other forms of infections or without infections.
2. The development of HAP in ICU patients contributes to prolonged hospitalization to the greatest ex-

Wyniki niniejszego badania potwierdzają hipotezę, że wystąpienie powikłania w postaci PNEU wiąże się z istotnie wyższymi kosztami hospitalizacji pacjentów, sięgającymi w skali kraju kilkuset milionów złotych rocznie. Ostrożna ekstrapolacja uzyskanych wyników na ok. 700 szpitali w Polsce daje bowiem kwotę rzędu 200 mln PLN. Jest to kwota około 40 razy wyższa niż szacunkowe koszty hospitalizacji z powodu pozaszpitalnych zapaleń płuc w Polsce (26).

W celu wiarygodnej oceny tych kosztów niezbędne jest jednak przeprowadzenie ukierunkowanych badań na większej grupie szpitali/ oddziałów. Wynika to z faktu, że różne oddziały, nawet tego samego rodzaju, w tym przypadku oddziały OiT, mogą charakteryzować się odmienną sytuacją epidemiologiczną. Sytuacja epidemiologiczna jest konsekwencją organizacji pracy, populacji pacjentów itp. Przykładem jest porównanie współczynników epidemiologicznych uzyskanych w niniejszym badaniu oraz uzyskanych w ramach programu rejestracji Polskiego Towarzystwa Zakażeń Szpitalnych (PTZS) w latach 2002 – 2004 (27). Współczynnik zachorowalności skumulowanej w niniejszym badaniu był półtora razy wyższy niż według danych PTZS: 5,74% vs. 3,90 %, a współczynnik gęstości zachorowalności prawie trzykrotnie niższy: 2,96‰ vs. 8,74‰. Takie wartości współczynników epidemiologicznych dla analizowanej populacji oznaczają wysoką czułość rejestracji zakażeń w oddziale (współczynnik zachorowalności skumulowanej) oraz fakt, że średnia długość pobytu pacjentów była stosunkowo wysoka (współczynnik gęstości zachorowalności).

Analiza kosztów zakażeń szpitalnych jest niezbędnym elementem procesu podejmowania decyzji w ochronie zdrowia, począwszy od wyboru drobnego sprzętu medycznego, po powołanie i inwestowanie w funkcjonowanie zespołów kontroli zakażeń oraz po poważne decyzje inwestycyjne, związane z wyposażeniem sal operacyjnych czy oddziałów intensywnej terapii.

Na rynku, także w Polsce, pojawiają się oferty wyposażenia oddziałów intensywnej terapii w elementy dotykowe powierzchni wykonane z miedzi (28). Bez szczegółowej analizy nie tylko sytuacji epidemiologicznej, ale także kosztów zakażeń szpitalnych, wszelkie decyzje o charakterze finansowym będą obciążone błędem, a zatem niepewne.

WNIOSKI

1. Zapalenia płuc są jedną z najczęściej występujących form zakażeń szpitalnych w oddziałach intensywnej terapii. Wystąpienie zapalenia płuc u pacjentów OiT wiąże się z największym ryzykiem zgonu pacjentów, w porównaniu do pacjentów z innymi formami zakażeń oraz bez zakażeń.
2. Wystąpienie zapalenia płuc u pacjentów OiT w największym stopniu, w porównaniu do pacjentów

tent in comparison to patients without infections and patients with different types of infections.

3. Median additional hospital stay of patients with HAP in the ICU amounted to 22 days, i.e., additional hospitalization costs incurred by the hospital in the amount of approx. PLN 30,000 (7230€) per patient.

4. The results of the presented analysis should serve as a pilot study. For a reliable assessment of costs of hospital-acquired infections, including HAP, on a national scale, it is necessary to conduct targeted research on a larger group of hospitals/units.

ACKNOWLEDGMENTS

None of the authors have any competing interests.

Financial disclosure –none.

Authors, Contribution

AR – participated in the design of the study and performed the calculation and statistical analysis, prepared manuscript. MW – participated in the design of the study and data collection, ZW – participated in data collection, MB – conceived of the study and participated in its design and coordination.

List of abbreviation

ICD-10 – International Classification of Diseases version 10, HAP – hospital acquired pneumonia, CDC – Centre for Disease Control and Prevention, PLN – Polish zloty, ICU – intensive care unit, PNEU – pneumonia, BSI – bloodstream infections, HAI – hospital acquired infections, CI – confidence interval, LRTI – lower respiratory tract infections, EUR – euro, USD – United States dollar, MRSA – methicilline resistant *Staphylococcus aureus*, MSSA – methicilline sensitive *Staphylococcus aureus*, PSHI – Polish Society of Hospital Infections, K – cardiovascular diseases, O – respiratory tract diseases, T – gastrointestinal tract diseases, U – trauma, Z – infectious diseases and infections, C – tumors, CUN – central nervous system diseases, K-S – musculoskeletal diseases, M – endocrine system diseases, N – kidney diseases.

REFERENCES

1. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Annual epidemiological report on communicable diseases in Europe. Stockholm, 2008.
2. El-Saed A, Bikhly HH, Weber DJ. Benchmarking local healthcare-associated infections: Available benchmarks and interpretation challenges. *J Infect Dis Publ Health* 2013;6: 323-330.
3. Jackson T, Noghiem HS, Rowell D, et al. Marginal costs of hospital-acquired conditions: information

bez zakażeń oraz pacjentów z zakażeniami innego rodzaju, przyczynia się do przedłużenia pobytu w oddziale.

3. Mediana dodatkowego pobytu pacjentów z PNEU w OiT wyniosła 22 dni, co oznacza dodatkowe koszty hospitalizacji ponoszone przez szpital w kwocie ok. 30 000 PLN (7230 euro) na jednego pacjenta.

4. W celu wiarygodnej oceny kosztów zakażeń szpitalnych, w tym PNEU, w skali kraju niezbędne jest przeprowadzenie ukierunkowanych badań na większej grupie szpitali/ oddziałów.

for priority-setting for patient safety programmes and research. *J Health Serv Res Policy* 2011; 16(3): 141-6.

4. Roberts RR, Scott RD, Hota B, et al.. Costs attributable to healthcare-acquired infection in hospitalized adults and a comparison of economic methods. *Med Care* 2010; 48(11): 1026-35.
5. Gould IM. Costs of hospital-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and its control. *Int J Antimicrob Agents* 2006;28: 379-384.
6. Bouadma L, Deslandes E, Lolom I, et al. Long-Term Impact of a Multifaced Prevention Program on Ventilator-Associated Pneumonia in a Medical Intensive Care Unit, *Clin Infect Dis* 2010; 51(10) 1115-1122.
7. Wójkowska-Mach J, Bulanda M, Różańska A, et al. Hospital-acquired pneumonia in the intensive care units of Polish hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006; 27(7):784-6.
8. Wójkowska-Mach J, Siewierska M, Bulanda M, et al. Epidemiology of nosocomial bloodstream infections in Polish hospitals. *Przegl Epidemiol* 2004;58(2):253-64.
9. Duszyńska W, Rosenthal VD, Dragan B, et al. Ventilator-associated pneumonia monitoring according to the INICC project at one centre, *Anaesthesiol Intensive Ther* 2015;47(1):34-9. doi: 10.5603/AIT.2015.0004
10. Rosenthal VD, Maki DG, Mehta Y, et al. International Nosocomial Infection Control Consortium (INICC) report, data summary of 43 countries for 2007-2012. Device-associated module, *Am J Infect Control* 2014 Sep;42(9):942-56. doi: 10.1016/j.ajic.2014.05.029
11. Różańska A, Wójkowska-Mach J, Jaje E, et al. Costs of surgical site infections in selected procedures in orthopedic surgery. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol* 2010;75(2):117-20.
12. Różańska A., Wójkowska-Mach J., Borszewska-Kornacka M, et al.: Zużycie antybiotyków i koszty

- ich zakupu w oddziałach polskiej sieci neonatologicznej, *Przegl Epidemiol* 2012; 66 (3): 513-519.
13. Duszyńska W, Taccone FS, Switala M, et al. Continuous infusion of piperacillin/ tazobactam in ventilator-associated pneumonia: a pilot study on efficacy and costs. *Int J Antimicrob Agents*. 2012;39(2):153-8. doi: 10.1016/j.ijantimicag.2011.10.011
 14. Zilberberg MD, Shor AF. Ventilator-associated pneumonia as a model for approaching cost-effectiveness and infection prevention in the ICU. *Curr Opin Infect Dis* 2011; 24(4): 385-9.
 15. Fukuda H, Lee J, Imanaka Y. Cost of hospital-acquired infection and transferability of the estimates: a systematic review. *Infection* 2011; 39: 185-199.
 16. Piechota A, Piechota M: Kontraktacja świadczeń zdrowotnych z zakresu intensywnej terapii dorosłych przez Narodowy Fundusz Zdrowia w roku 2012, *Anestezjologia Intensywne Terapie* 2012; 44(3): 139-146.
 17. Leistner R, Kankura L, Bloch A, et al. Attributable costs of ventilator-associated lower respiratory tract infection (LTRI) acquired on intensive care units: a retrospective matched cohort study. *Antimicrob Resist Infect Control* 2013; 2(1):13. doi: 10.1186/2047-2994-2-13.
 18. McGlone SM, Balley RR, Zimmer SM, et al. The economic burden of *Clostridium difficile*, *Clin Microbiol Infect* 2011; 10.1111/j.1469-0691.2011.03571.x
 19. Mittmann N, Koo M, McDonald A, et al. The economic burden of patient safety targets in acute care: a systematic review. *Drug, Healthcare and Patient Safety* 2012; 4: 141-165.
 20. Vrijens F, Hulstaert F, Devriese S, et al. Hospital-acquired infections in Belgian acute-care hospitals: an estimation of their global impact on mortality, length of stay and healthcare costs, *Epidemiol Infect* 2012, 140: 126-136.
 21. Glance LG, Stone PW, Mukamel DB, et al. Increases in Mortality, Length of Stay and Cost Associated With Hospital-Acquired Infections in Trauma Patients. *Arch Surg*, 2011; 146(7): 794-798.
 22. Nathwani D, Raman G, Sulham, et al. Clinical and economic consequences of hospital-acquired resistant and multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* infections: a systemic review and metaanalysis. *Antimicrob Resist Infect Control* 2014; 3:22.
 23. Neidell MJ, Cohen B, Furuya Y, et al. Costs of Healthcare- and Community- Associated Infections With Antimicrobial-Resistant Versus Antimicrobial-Susceptible Organisms *Clin Infect Dis* 2012; 55: 807-815.
 24. Ott E, Bange FC, Reichardt C, et al. Costs of nosocomial pneumonia caused by meticillin-resistant *Staphylococcus aureus*, *J Hosp Infect* 2010; 76: 300-303.
 25. Drummond M, Barbieri M, Cook J, et al. Transferability of economic evaluation across jurisdictions: ISPOR Good Research Practices Task Force report. *Value Health* 2009; 12: 409-18.
 26. Tichopad A, Roberts C, Gembula I, et al. Clinical and Economic Burden of Community-Acquired Pneumonia among Adults in the Czech Republic, Hungary, Poland and Slovakia. *PLoS One* 8(8): e71375. doi:10.1371/journal.pone.0071375
 27. Różańska A, Wójkowska-Mach J, Bulanda M, et al. Surveillance of hospital acquired pneumonia in Polish hospitals. *Przegl Epidemiol* 2009; 63: 119-124.
 28. Salgado CD, Sepkowitz KA, John JF, et al. Copper surfaces reduce the rate of healthcare-acquired infections in the intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2013;34(5):479-486.
- Otrzymano: 3.02.2016 r.
 Zaakceptowano do publikacji: 13.04.2016 r.
 Received: 3.02.2016
 Accepted for publication: 13.04.2016
- Author for correspondence:**
Adres do korespondencji:
 Dr. Anna Różańska
 Jagiellonian University Medical College, Chair of Microbiology
 18 Czysa Street, 31-121 Cracow, Poland
 Telephone:+4812 633 00 60, Fax: +4812 423 39 24
 E-mail: a.rozanska@ifb.pl