



© J ORTHOP TRAUMA SURG REL RES 3 (11) 2008

Original article/Artykuł oryginalny

Risk of surgical site infections after knee endoarthroplasty – in two polish orthopedic units

Ryzyko związane z zakażeniem miejsca operowanego po zabiegach endoprotezowania stawu kolanowego – analiza wyników nadzoru w dwóch polskich oddziałach ortopedycznych

JADWIGA WÓJKOWSKA-MACH¹, MAŁGORZATA BULANDA², EWA JAJE³, DOROTA ROMANISZYN², GRZEGORZ ZIÓŁKOWSKI⁴, BOGUSŁAW FRAŃCZUK³, TADEUSZ GAŹDZIK⁵, PIOTR. B. HECZKO¹

¹ Zakład Bakteriologii, Ekologii Drobnoustrojów i Parazytologii Katedra Mikrobiologii Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum

Kierownik: prof. dr hab. Piotr B. Heczko

² Zakład Epidemiologii Zakażeń Katedra Mikrobiologii Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum

Kierownik: dr hab. Małgorzata Bulanda

³ Krakowskie Centrum Rehabilitacji

Kierownik: prof. dr hab. Bogusław Frańczuk

⁴ Wojewódzki Szpital Specjalistyczny Nr 5 im. św. Barbary, Dział Mikrobiologii i Epidemiologii

Kierownik: dr n biol. Grzegorz Ziółkowski

⁵ Katedra i Oddział Kliniczny Ortopedii Śląska Akademia Medyczna

Kierownik: prof. dr hab. Tadeusz Gaździk

Address for correspondence/Adres do korespondencji:

Jadwiga Wójkowska-Mach

Katedra Mikrobiologii Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum

ul. Czysa 18, 31-121 Kraków, Poland

tel. 012 633 00 60, fax. 012 423 39 24; e-mail: mbmach@cyf-kr.edu.pl

Statistic/Statystyka

Word count/Liczba słów 2632/2107

Tables/Tabele 4

Figures/Ryciny 2

References/Piśmiennictwo 27

Received: 10.02.2008

Accepted: 21.04.2008

Published: 10.07.2008

Summary

Background. In spite of advances of knowledge in the area of controlling hospital infections SSI remains main cause of morbidity and mortality among patients undergoing surgical treatment. In the current paper, results of epidemiological and microbiological analyses of SSIs are summarized, regarding patients, subject to surgical treatments in 2 orthopedic units.

In 2005, 218 surgical treatments were carried out – identified 14 SSIs. Infections were classified, according to definitions and criteria of the NNIS.

Material and methods. A SSI incidence of 7,0 and 4,3% was found. Superficial infections constituted a majority of 75%. Post-discharge recording covered 42% of cases only in 1st unit. A median of duration of patients' stay in the 1st unit 17 days and the 2nd 25 days. Among etiological factors of all the clinical forms of the SSI, a dominant part was consisted of gram-positive positive cocci (65.4%).

The incidence rate in 2 polish units were significant higher then in German population (KISS). Prevalence of G(+) bacteria was found among isolated bacterial flora, although numerous occurrences of G(-) cocci were also identified. The obtained data confirm the necessity of continued close cooperation of the infection control team with the microbiological laboratory. The analysis of data pertaining to leading SSI etiological factors as well as their medication susceptibility should enable elaboration of own standards for surgical infection prophylaxis and empirical therapy to be used in the ward being a subject of study.

Key words: infection surveillance, surgical site infections, arthroplasty of knee joint

* research financed by the Ministry of Science and Informatization as per contract 2 P05C 0152

Badanie finansowane ze środków Ministerstwa Nauki i Informatyzacji w ramach umowy 2 P05C 0152

Streszczenie

Wstęp. Zakażenia Miejsca Operowanego stanowią jeden z największych problemów z zakresu kontroli zakażeń w nowoczesnych szpitalach. Celem pracy była analiza epidemiologiczna zakażeń miejsca operowanego rozpoznanych u pacjentów po zabiegach endoprotezoplastyki stawów kolanowych w roku 2005.

Nadzór nad zakażeniami szpitalnymi prowadzony był z zastosowaniem definicji i kryteriów rozpoznania amerykańskiego programu NNIS. W dwóch oddziałach przeprowadzono 218 zabiegów operacyjnych. W analizach wykorzystano współczynnik zachorowalności ZMO oraz standaryzowany indeks ryzyka.

Materiał i metody. Stwierdzono zachorowalność na poziomie odpowiednio: 7,0 i 4,3%. Wśród rozpoznanych zakażeń dominowały zakażenia powierzchowne. W jednym z ośrodków wdrożono procedurę rejestracji zakażeń manifestujących się po wypisie pacjentów z oddziału (42% przypadków), drugi ośrodek wszystkie przypadki ZMO rejestrował podczas pobytu pacjenta na oddziale. Średnia długość pobytu to odpowiednio: 17 i 25 dni, średni czas rozwoju zakażenia odpowiednio: 51 i 22 dni. Wśród czynników etiologicznych wszystkich form klinicznych ZMO wykazano dominujący udział ziarenkowców Gram-dodatnich – 84,7%, z grupą gronkowców stanowiących 73,2% populacji, izolowane szczepów gronkowców złocistych wykazywały wielo-wrażliwość, problem terapeutyczny stanowiły wielooporne szczepy CNS.

Rezultaty. Wyniki badań wskazują na statystycznie znacząco wyższą zachorowalność na ZMO w analizowanej populacji pacjentów. Stwierdzona lekowrażliwość izolatów potwierdzała cytowany w literaturze istotny problem zakażeń powodowanych przez wielooporne gronkowce koagulazoujemne w analizowanej populacji.

Słowa kluczowe: nadzór nad zakażeniami, zakażenie miejsca operowanego, endoproteza stawu kolanowego

INTRODUCTION

When the procedure of joint endoprotheses application was introduced in the 1960s, infections were the main cause of failures, concerning 7 - 9 % of patients at that time. The most important aetiological factor of the infections proved to be the strains of *Staphylococcus aureus*, replaced only in the 1970s by coagulase-negative staphylococci, particularly the species *Staphylococcus epidermidis*. The risk of developing an infection rises, among others, in patients previously undergoing joint operations (including knee joints), or in patients with diagnosed arthrosis; also, the risk is heightened by prolonged duration of the endoscopy itself as well as by an application of the drainage procedure. An infection can develop within up to 3 months after the operation as an early infection, or later as a late infection. Infections manifesting themselves after about two years are usually associated with an infection focus developing at another anatomical site, such as infections in the area of head and neck (particularly peridental infections), intra-abdominal or urinary infections (1, 2, 3, 4).

The incidence of surgical site infections in orthopaedic departments reaches nowadays 1 – 2.1% of primary total joint replacement operations, and up to 15% after revision operations, with severe course of the infection in some cases (5, 6, 7). The consequences can be serious for both the patient and the hospital. According to Whitehouse (8), a surgical site infection prolongs the patient's stay in hospital by about 2 weeks (median), doubles the number of rehospitalizations in the department and increases the costs of treatment threefold in comparison to the costs of primary disease therapy. Sculco (9) states that the direct therapy cost of one case

WSTĘP

Kiedy w początkach lat 60-tych wprowadzono procedurę endoprotezowania stawów – zakażenia były główną przyczyną niepowodzeń i dotyczyły 7-9% ówczesnych pacjentów. Najważniejszym z czynników etiologicznych tych zakażeń były szczepy *Staphylococcus aureus* ale jednak już w latach 70-tych zastąpiły je gronkowce koagulazoujemne, a wśród nich szczególnie gatunek *Staphylococcus epidermidis*. Ryzyko rozwoju zakażenia wzrasta m.in. u chorych wcześniej operowanych w zakresie stawów (a w tym kolanowych), bądź też, u których stwierdza się zwyrodnienie stawów, ale również wraz z przedłużaniem się czasu samego zabiegu endoskopowania oraz stosowaniem procedury drenażu. Zakażenie może rozwinąć się w okresie do 3 miesięcy po zabiegu jako zakażenie wczesne bądź w okresie późniejszym jako zakażenie późne. Zakażenia objawiające się po około dwóch latach są zazwyczaj związane z ogniskiem zakażenia rozwijającym się w innym miejscu anatomicznym, jak zakażenie w obrębie głowy i szyi (szczególnie zakażenia okołozębowe), wewnątrzbrzuszne czy zakażenia układu moczowego (1, 2, 3, 4).

Zachorowalność związana z zakażeniami miejsca operowanego (ZMO) na oddziale ortopedycznych sięga obecnie 1-2,1% wśród pierwotnych zabiegów całkowitej wymiany stawów i do 15% po zabiegach rewizyjnych, część przypadków może mieć ciężki przebieg (5, 6, 7). Konsekwencje mogą być dotkliwe nie tylko dla pacjenta, ale i szpitala. Według Whitehousea (8) ZMO u pacjentów ortopedycznych przedłuża pobyt chorego w szpitalu o ok. 2 tygodnie (mediana), podwaja liczbę rehospitalizacji na oddziale i ponad trzykrotnie zwiększa koszty leczenia w porównaniu do kosztów leczenia choroby

of revision-requiring infection in orthopaedy in the U.S. amounts to \$55,000.

The aim of the present paper was an epidemiological and microbiological analysis of surgical site infections in patients after knee joint arthroplasty in 2005, in two orthopaedic centres in southern Poland.

MATERIALS AND METHODS

The research was conducted in two highly specialized hospital orthopaedic and rehabilitation departments, where, respectively, 172 and 46 knee joint arthroplasty operations were performed (PROTOCOL: 81.54-81.55 acc. to ICD-9) (other operations were not analysed in the present paper). The surgical site infections were registered in co-operation with the Department of Microbiology of the Jagiellonian University Collegium Medicum. For each patient undergoing the operation in question general demographic data were collected (age, sex, reason for hospitalization, date of admission to hospital, date of release or death) as well as information on the patient's condition described by the scale of the American Society of Anesthesiology (ASA) (10), risk factors, diagnostic and therapeutic procedures. The criteria for infection diagnostics have been based on the recommendations of the program of the National Nosocomial Infection Surveillance System Centers for Disease Control and Prevention (NNIS), retaining:

1. the division of the forms of surgical site infections into: superficial, deep, organic;
2. and the principles of qualifying a superficial surgical site infection up to 30 days after the operation and, in case of implanting operations (deep and organic infections) – up to 1 year (11, 12).

The infections were qualified by a hospital team of infection surveillance, in the department during the patient's hospitalization. If an infection developed after the patient had been released from hospital, its registration and qualification was conducted in co-operation with the staff of the hospital outpatient clinic. The basis for post-release registration was a screening examination form, filled at the outpatient clinic and transferred to the infection surveillance team. The team qualified the case, basing on the results of microbiological test and the patient's history data.

The Teams of Hospital Infection Surveillance diagnosed respectively 12 and 2 cases of surgical site infection.

The analyses employed the CDC-recommended method of quality management analysis for benchmarking of the accumulated incidence coefficient, demonstrating the number of new cases of surgical site infection in a population within a time unit as well as the standardized Surgical Site Infection Risk Index (13). The Surgical Site Infection Risk Index is a tool for investigating disease incidence in small, precisely described patient populations, based on an integrated analysis of 3 categories of variables (constituting real risk indexes for surgical site

podstawowej. Sculco (9) natomiast podaje, że bezpośredni koszt leczenia w Stanach Zjednoczonych jednego przypadku zakażenia w ortopedii wymagającego rewizji sięga 55 000 dolarów.

Celem niniejszej pracy była analiza epidemiologiczna oraz mikrobiologiczna zakażeń miejsca operowanego rozpoznanych u pacjentów po zabiegach endoprotezoplastyki stawów kolanowych w roku 2005 w dwóch ośrodkach ortopedycznych polski południowej.

MATERIAŁY I METODY

Badania przeprowadzono w dwóch wysoko specjalistycznych oddziałach szpitalnych o profilu ortopedycznym i rehabilitacyjnym, w których w roku 2005 przeprowadzono odpowiednio 172 i 46 zabiegów endoprotezoplastyki stawu kolanowego (PROT-KOL: 81.54-81.55 wg ICD –9) (pozostałe zabiegi nie podlegały analizie w niniejszej pracy). Rejestracja zakażeń ZMO odbywała się we współpracy z Katedrą Mikrobiologii CMUJ. Dla każdego pacjenta, poddanego analizowanym zabiegom zbierano ogólne dane demograficzne (wiek, płeć, powód przyjęcia do szpitala, data przyjęcia, wypisu lub zgonu), informacje na temat stanu pacjenta opisanego za pomocą skali American Society of Anesthesiology (ASA) (10) czynników ryzyka, zabiegów diagnostycznych i terapeutycznych. Kryteria rozpoznania zakażeń oparto na zaleceniach programu National Nosocomial Infection Surveillance System Centers for Disease Control and Prevention (NNIS) z zachowaniem:

- 1) podziału na formy zakażenia ZMO: powierzchowne, głębokie, narządowe
- 2) oraz zasady kwalifikacji zakażenia powierzchownego ZMO do 30 dni od zabiegu, a w przypadku zabiegu z zastosowaniem wszczepu (zakażenia głębokie i narządowe) – do 1 roku (11, 12).

Kwalifikacji zakażeń dokonywał szpitalny zespół kontroli zakażeń na oddziale podczas trwania hospitalizacji. Jeżeli do rozwoju zakażenia dochodziło po wypisie ze szpitala – rejestracja i kwalifikacja odbywała się we współpracy z personelem poradni przyszpitalnej. Podstawą rejestracji po-wypisowej był formularz badania przesiewowego, wypełniany w poradni i przekazywany do zespołu. Zespół na podstawie wyniku badania mikrobiologicznego oraz wywiadu lekarskiego podejmował decyzję o kwalifikacji przypadku.

Zespoły Kontroli Zakażeń Szpitalnych rozpoznały odpowiednio: 12 i 2 przypadki ZMO.

W analizach wykorzystano rekomendowaną przez CDC metodę analizy zarządzania jakością dla zastosowania w benchmarkingu współczynnika zachorowalności skumulowanej, opisujący liczbę nowych przypadków zakażeń ZMO w populacji w jednostce czasu oraz standaryzowany indeks ryzyka ZMO (13). Indeks Ryzyka ZMO (Surgical Site Infection Risk Index) to narzędzie do badania zachorowalności w małych, ściśle opisanych populacjach pacjentów oparte o zintegrowaną analizę 3 kategorii zmiennych (stanowiących realne wskaźniki ryzyka ZMO): określających stopień skażenia mikrobio-

infections): determining the degree of microbiological contamination of the surgical site (incisions originating in the course of operation in dirty or contaminated field), the duration of the operation (the duration exceeding average duration of operations of this kind – the time of operation exceeding the standard, i.e. 25% of the longest operations), and the operated patient's susceptibility to developing an infection (3 or more points according to the ASA index) (14). In the present paper, a standardized risk index has been calculated with respect to the incidence determined in the German program of infection surveillance KISS (15).

The data did not undergo exterior validation.

Simultaneously, to meet the needs of microbiological surveillance, microbiological examination of various biological materials were conducted. Due to the small size of the sample, all the further microbiological analyses describe data from the first center.

37 examinations of pus content and articular fluid were conducted. Positive inoculations constituted 54%. In 4 cases during therapy a change of the isolated aetiological factor occurred, in 3 examinations mixed flora was cultured. 24 strains of different species of pathogenic bacteria were cultured, of which 20, with different phenotypes, were analysed as aetiological factors of surgical site infections. The species affiliation of the cultured strains was determined with routine diagnostic methods, and their drug-sensitiveness was examined with the disc diffusion method, according to the recommendations of the National Committee for Clinical Laboratory Standards (16). Microbiological examinations were performed at the Laboratory of Microbiological Diagnostics of the Department of Microbiology of the Jagiellonian University Collegium Medicum. Statistical analyses were conducted with the application of the Likelihood Ratio Test (LRT), T-student, and chi-square analysis of the Kruskal-Wallis test; with the adopted level of significance $p=0.05$.

RESULTS

In the examined populations women prevailed, respectively: 78.4 and 76.1% of the group in question. Even though their percentage among the patients with diagnosed surgical site infections was higher, no relation between the incidence of surgical site infections and the sex of the patients was found. The patient's age did not influence the risk of developing a surgical site infection, either; the average age was respectively 74 and 67. An analysis of the relation between the duration of the operation and the development of the infection revealed a statistically significant difference: the patients whose operation lasted longer were more possible to develop an infection ($T=2.0087$, $p=0.0485$). Microbiological purity of the field did not affect the incidence of infections; neither did the patient's general condition, assessed in the course of qualification for the operation – expressed in the ASA scale (Tab.1).

A conspicuous difference was noted in the average period of hospitalization in the two centers, both before

logicalnego miejsca operowanego (rany powstałe w toku operacji w polu brudnym bądź skażonym), czas trwania operacji (długość znacznie przekraczająca średnią długość tego typu operacji – ponadstandardowy czas trwania zabiegu, czyli 25% najdłużej trwających operacji) oraz podatności pacjenta operowanego na wystąpienie zakażenia (3 lub więcej punktów wg wskaźnika ASA) (14). W niniejszej pracy standaryzowany indeks ryzyka obliczono w odniesieniu do zachorowalności stwierdzonej w niemieckim programie kontroli zakażeń KISS (15).

Dane nie podlegały walidacji zewnętrznej.

Równoległe na potrzeby nadzoru mikrobiologicznego wykonywano badania mikrobiologiczne różnych materiałów biologicznych. Ze względu na małą próbę wszelkie dalsze analizy mikrobiologiczne opisują dane pochodzące z I ośrodka.

Wykonano 37 badań treści ropnej oraz płynu stawowego. Posiewy dodatnie stanowiły 54%. W 4 przypadkach podczas leczenia dochodziło do zmiany izolowanego czynnika etiologicznego, w 3 badaniach wyhodowano florę mieszaną. Wychodowano 24 szczepy różnych gatunków bakterii chorobotwórczych, spośród których analizie poddano 20 różniące się fenotypem uznanych za czynniki etiologiczne ZMO. Przynależność gatunkową wyhodowanych szczepów określano stosując rutynowe metody diagnostyczne, a ich lekowrażliwość badano metodą dyfuzyjno-krażkową, zgodnie z zaleceniami National Committee for Clinical Laboratory Standards (16). Badania mikrobiologiczne przeprowadzono w Pracowni Diagnostyki Mikrobiologicznej Katedry Mikrobiologii Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego. Analizy statystyczne wykonano z zastosowaniem testu Likelihood Ratio (LRT), T-studenta oraz chi kwadrat analizy rozkładu Kruskala-Wolisa, przyjęty poziom istotności $p=0,05$.

WYNIKI

W badanych populacjach przeważały kobiety, odpowiednio: 78,4 oraz 76,1% grupy badanej, ich udział wśród pacjentów, u których rozpoznano ZMO był wyższy, jednak nie stwierdzono zależności pomiędzy występowaniem przypadków ZMO u pacjentów w zależności od płci. Również wiek nie wpływał znacząco na ryzyko wystąpienia ZMO, średnia wieku wynosiła odpowiednio: 74 oraz 67 lat. W analizie wpływu wykonywania zabiegu na pojawienie się zakażenia, zaobserwowano istotną statystycznie różnicę: pacjenci dłużej operowani cechowali się wyższym prawdopodobieństwem wystąpienia zakażenia ($T=2,0087$, $p=0,0485$). Mikrobiologiczna czystość pola nie wpływała na zachorowalność, podobnie jak stan ogólny pacjenta stwierdzony podczas kwalifikacji do zabiegu – wyrażony skalą ASA (tab. 1).

Zwraca uwagę różnica w obu szpitalach średnia długość pobytu, zarówno przed zabiegiem, jak i ogółem pacjentów, u których stwierdzono ZMO i pacjentów bez objawów zakażenia. W II ośrodku był on dwukrotnie dłuższy niż w I (tab. 1). Potwierdzeniem tego są dane z tabeli 2, dotyczące metody rejestracji zakażeń. Ośrodek I

the operation and overall, in reference to the patients with diagnosed surgical site infection and those without it. In the second center the period of hospitalization was twice as long as in the first one (Tab.1). This is confirmed by the data from table 2, concerning the method of infection registration. The center I introduced an effective method of post-release surveillance, while in the center II none of the cases of surgical site infection was qualified in co-operation with the hospital outpatient clinic. The average time when first symptoms of infection occurred was respectively 51 and 21.5 days. Among all the diagnosed cases the majority were superficial infections. Most of them required hospital treatment, either during the first hospitalization or when another hospitalization was necessary (Tab.2).

An analysis of the risk index was possible for about 80% of the data; the rest of the records were incomplete, particularly with respect to the description in the ASA scale of the patients' general condition before the operation in the center II. Among the remaining patients, about one half consisted of persons in whom no risk factors were found; the other patients were endangered to different extents with the analysed risk factors. The incidence of infection was different in different groups, according to the hospital; it was highest in patients with 2 or 3 risk factors undergoing knee joint arthroplasty in the center II, and in patients with 1 risk factor in the center I. Total incidence was found to be, respectively, 7.0 and 4.3% (Tab.3).

The standardized risk index, comparing the incidence between the patients of German hospitals and the depart-

krótco hospitalizując swoich pacjentów wdrożył efektywną metodę nadzoru po-wypisowego, podczas gdy w drugim z oddziałów nie zakwalifikowano żadnego z przypadków ZMO we współpracy z poradnią przyszpitalną. Średni czas pojawienia się pierwszych objawów zakażenia wyniósł odpowiednio: 51 i 21,5 dna. Wśród wszystkich rozpoznanych przypadków najwięcej stwierdzono zakażeń powierzchownych. Większość wymagała leczenia w warunkach szpitalnych, bądź w trakcie pierwszego pobytu, bądź w związku z koniecznością ponownej hospitalizacji (tab. 2).

Analiza indeksu ryzyka możliwa była w odniesieniu do ok. 80% danych, pozostała część rekordów zawierała braki, głównie w zakresie opisu stanu ogólnego pacjentów przed zabiegiem ośrodka II, za pomocą skali ASA. Spośród pozostałych pacjentów około połowę stanowiły osoby, u których nie stwierdzono czynników ryzyka, pozostali pacjenci byli w różnym stopniu obciążeni analizowanymi czynnikami ryzyka. Zachorowalność w poszczególnych grupach osiągnęła różne wartości, w zależności od szpitala najwyższa była u pacjentów z 2 lub 3 czynnikami ryzyka poddanych procedurze endoprotezoplastyki stawów kolanowych w II ośrodku oraz z 1 czynnikiem ryzyka w I ośrodku. Ogółem stwierdzono zachorowalność na poziomie odpowiednio: 7,0 i 4,3% (tab. 3).

Standaryzowany indeks ryzyka, porównujący zachorowalność pomiędzy pacjentami niemieckich szpitali i badanego oddziału polskiego szpitala wskazuje na istotnie statystycznie wyższą zapadalność polskich pacjentów w zabiegach związanych ze stawem kolanowym w obu ośrodkach. (tab. 4).

Table 1. Characteristics of patients and the performed procedures

	Operations in hospital			
	Center I		Center II	
	Total	SSI*	Total	SSI*
Number of operations	172	12	46	2
Average patient's age (years)	70,8	69,1	67,3	78,0
Percentage of women among the operated patients (%)	78,4	91,7	76,1	100,0
Operations in clean / clean-contaminated field (%)	98,8	100,0	2,2	50,0
Patients' condition according to the ASA scale: 3/4/5 (%)	36,8	16,7	28,3	100,0
Over-standard duration of operation (min)	95	135		
Hospitalization before the operation (days)	1,8	1,8	8,1	16,0
Average length of hospitalization (days)	17,0	53,0	24,9	101,1

* Surgical site infections

Tabela 1. Charakterystyka pacjentów i przeprowadzonych zabiegów operacyjnych

	Zabiegi operacyjne w szpitalu			
	I ośrodek		II ośrodek	
	ogółem	ZMO	ogółem	ZMO
liczba zabiegów	172	12	46	2
średni wiek pacjentów (lata)	70,8	69,1	67,3	78,0
udział kobiet wśród operowanych (%)	78,4	91,7	76,1	100,0
zabiegi w polu czystym / czysto-skażonym (%)	98,8	100,0	2,2	50,0
stan pacjentów wg skali ASA: 3/4/5 (%)	36,8	16,7	28,3	100,0
ponadstandardowy czas trwania zabiegu (min)	95	135		
hospitalizacja przed zabiegiem (dni)	1,8	1,8	8,1	16,0
średnia długość pobytu (dni)	17,0	53,0	24,9	101,1

ment of the Polish hospital examined in this study, indicates a statistically significantly higher incidence among the Polish patients in operations on knee joints in both centers (Tab.4).

Among the etiological factors in the cases of surgical site infection a dominant share of Gram-positive cocci – 85%, with the group of staphylococci constituting 75% of the population (Fig.1). Microorganisms of the *Staphylococcus* genus dominated both in superficial infections – 80% of the isolated bacterial flora were staphylococci, and in organic infections – 90% of the population of isolated strains. In 20% of the examined *Staphylococcus* strains methicillin resistance was found, which is synonymous to the resistance to all β -lactam antibiotics. The resistance was characteristic only for coagulase-negative staphylococci, no MRSA strains were found.

The analysed strains of the *Staphylococcus* genus were resistant to gentamycin in 20%, to clindamycin in 46.7%, to ciprofloxacin in 13.3%, all of them remained sensitive to vancomycin and fusidic acid. Isolated strains of *Staphylococcus aureus* revealed polysensitivity; polyresistant CNS strains posed a therapeutic problem.

Wśród czynników etiologicznych przypadków ZMO wykazano dominujący udział ziarenkowców Gram-dodatnich – 85%, z grupą gronkowców stanowiących 75% populacji. (ryc. 1). Drobnoustroje z rodzaju *Staphylococcus* dominowały zarówno w zakażeniach powierzchownych – 80% izolowanej flory bakteryjnej stanowiły gronkowce, jak i w narządowych – 90% populacji izolowanych szczepów. U 20% badanych szczepów gronkowców stwierdzono oporność na metycylinę, co jest jednoznaczne z opornością na wszystkie antybiotyki b-laktamowe. Oporność ta dotyczyła tylko gronkowców koagulazoujemnych, nie stwierdzono szczepów MRSA.

Analizowane szczepy z rodzaju *Staphylococcus* wykazywały oporność na gentamycynę w 20%, na klindamycynę było opornych 46,7%, ciprofloksacynę 13,3%, wszystkie natomiast pozostawały wrażliwe na wankomycynę oraz kwas fusydowy. Izolowane szczepów gronkowców złocistych wykazywały wielowrażliwość, problem terapeutyczny stanowiły wielooporne szczepy CNS.

Table 2. Characteristics of SSI in both institutions

	Center I		Center II	
	number	%	number	%
Form of surgical site infection				
– superficial	9	75,0	0	100,0
– deep	0	0,0	2	
– organic	3	25,0	0	
Cases of surgical site infection – time of detection				
– before release	3	25,0	2	100,0
– after release	5	41,7	0	0,0
– repeated hospitalization	4	33,3	0	0,0
Diagnosis of surgical site infection – time after the operation				
<30 days	5	41,7	1	50,0
31-50 days	3	25,0	0	0,0
>51 days	4	33,3	1	50,0
average (days)	51	21,5		

Tabela 2. Charakterystyka przypadków ZMO w obu badanych ośrodkach

	I ośrodek		II ośrodek	
	liczba	%	liczba	%
forma ZMO				
– powierzchowne	9	75,0	0	100,0
– głębokie	0	0,0	2	
– narządowe	3	25,0	0	
przypadki ZMO – czas wykrycia				
– przed wypisem	3	25,0	2	100,0
– po wypisie	5	41,7	0	0,0
– ponowna hospitalizacja	4	33,3	0	0,0
rozpoznanie ZMO – czas od zabiegu				
<30 dni	5	41,7	1	50,0
31-50 dni	3	25,0	0	0,0
>51 dni	4	33,3	1	50,0
średnio (dni)	51	21,5		

DISCUSSION

The present paper is one of few studies investigating the problem of infections and their registration in Polish hospitals in the area of implantation surgery in orthopaedic procedures. The problem has not been sufficiently studied and described.

In the two described centers, hospital infection surveillance has been conducted for several years, among others, with the application of the tools of the Active Infection Surveillance System. In 2005, at the suggestion of the Department of Microbiology, focused surveillance was introduced over selected operational procedures,

OMÓWIENIE

Prezentowana praca jest jedną z nielicznych, które podejmują temat kontroli zakażeń i ich rejestracji w polskich szpitalach w zakresie chirurgii implantacyjnej przy procedurach ortopedycznych. Problem ten nie jest dostatecznie poznany i opisany.

W omawianych placówkach nadzór nad zakażeniami szpitalnymi prowadzony jest już od kilku lat, m.in. z wykorzystaniem narzędzi Systemu Czynnego Nadzoru nad Zakażeniami. W roku 2005 z inicjatywy Katedry Mikrobiologii wprowadzono nadzór celowany nad wybranymi procedurami operacyjnymi, w tym nad endopro-

Table 3. SSI incidence in patients with various number of risk factors

Number of diagnosed risk factors	Center I	Center II
no risk factors		
number of operations	83	21
number of surgical site infections	3	0
incidence (%)	3,6	0,0
with 1 risk factor		
number of operations	41	23
number of surgical site infections	6	1
nr of leucocytes before the oper. (thousand/l)	14,6	4,3
with 2 and 3 risk factors		
number of operations	14	2
number of surgical site infections	0	1
incidence (%)	0,0	50,0
no data		
number of operations	35	
number of surgical site infections	3	
incidence (%)	8,6	
total		
number of operations	172	46
number of surgical site infections	12	2
incidence (%)	7,0	4,3

Tabela 3. Zachorowalność ZMO u pacjentów różnie obciążonych wybranymi czynnikami ryzyka

liczba stwierdzonych czynników ryzyka	I ośrodek	II ośrodek
bez czynników ryzyka		
liczba zabiegów	83	21
liczba ZMO	3	0
zachorowalność (%)	3,6	0,0
z 1 czynnikiem ryzyka		
liczba zabiegów	41	23
liczba ZMO	6	1
liczba leukocytów przed zabiegiem (tys/l)	14,6	4,3
z 2 i 3 czynnikami ryzyka		
liczba zabiegów	14	2
liczba ZMO	0	1
zachorowalność (%)	0,0	50,0
brak danych		
liczba zabiegów	35	
liczba ZMO	3	
zachorowalność (%)	8,6	
ogółem		
liczba zabiegów	172	46
liczba ZMO	12	2
zachorowalność (%)	7,0	4,3

Table 4. SSI incidence in patients with various number of risk factors after knee endoarthroplasty as compared to the German infection control program – KISS (NRZ Nationales Referenzentrum). Likelihood Ratio test was used for I institution and Chi square test for II institution

Hospital	Index	number of SSI*	analysed incidence (%)	incidence KISS (%)	expected nr of SSI*	**SIR ZMO
Center I p=0,0041	0	3	3,6	0,8	0,6	4,66
	1	6	14,6	1,1	0,4	13,80
	2, 3	0	0	1,9	0,3	0,00
Center II p=2,02207E-05	0	0	0,0	0,9	0,2	0,00
	1	1	4,3	1,3	0,3	3,34
	3	1	50,0	2,3	0,0	21,74

* SSI – surgical site infections; ** SIR – Standardized Risk Index

Tabela 4. Zachorowalność ZMO u pacjentów po endoprotezoplastyce stawu kolanowego różnie obciążonych wybranymi czynnikami ryzyka w porównaniu do niemieckiego programu kontroli zakażeń KISS (NRZ Nationales Referenzentrum). Zastosowano test Likelihood Ratio (I ośrodek) oraz chi kwadrat (II ośrodek)

Szpital	Index	liczba ZMO	zachorowalność analizowana %	zachorowalność KISS %	oczekiwana liczba ZMO	*SIR ZMO
I ośrodek p=0,0041	0	3	3,6	0,8	0,6	4,66
	1	6	14,6	1,1	0,4	13,80
	2, 3	0	0	1,9	0,3	0,00
II ośrodek p=2,02207E-05	0	0	0,0	0,9	0,2	0,00
	1	1	4,3	1,3	0,3	3,34
	3	1	50,0	2,3	0,0	21,74

* SIR standaryzowany indeks ryzyka

including the knee joint arthroplasty. One of its most important elements was the attempt to introduce surveillance over the infections which manifest themselves after the patients have been released from hospital. The present study confirms the necessity and feasibility of post-release registration, particularly in the unit where endoprostheses are applied, where exceptional reliability in infection surveillance is required for 1 year after the operation, according to the applied definition of CDC (12). Earlier data from Polish orthopaedic centers did not include post-release registration, therefore their sensitivity was respectively lower. For example, Romaniszyn's reports from 2004 state that cases of surgical site infection associated with the procedure of applying a knee joint prosthesis were registered post-release in about 8% (17), which implies that reliability of this part of registration in the present data, where over 40% of cases were qualified in the hospital outpatient clinic, has increased six-fold. Unfortunately, the introduction of this procedure proved to be possible in only one hospital – the center I – while the other hospital did not register even one case of surgical site infection after a patient's release. However, it must be noted that in the second hospital considerably fewer operations were performed, hence a more restricted field of investigation. The study reveals also other differences in the hospital's procedures, concerning the course of hospitalization (long period of hospitalization before the operation: over 8 days on the average) as well as the long duration of the operation (over 70% longer than in the other center).

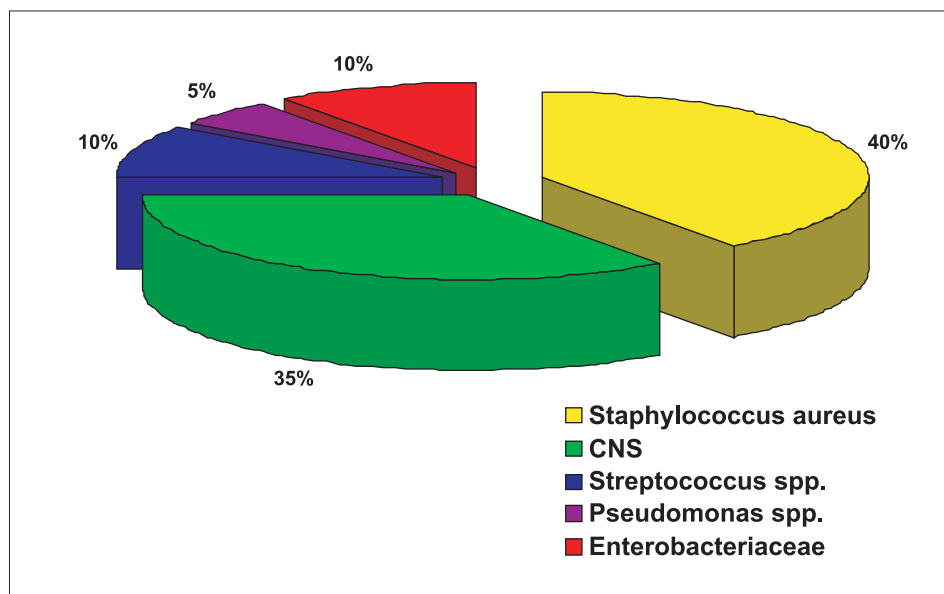
The results referring to epidemiology of the most important form of infection in the operation units, i.e. the surgical site infection, point to differences in epidemiology in a Polish orthopaedic unit and in the multi-center studies quoted in literature. The biggest of these studies, based on a large sample of hospitals, is the American program of the National Nosocomial Infection Surveil-

tezoplastyką stawu kolanowego. Jednym z najważniejszych elementów była próba wdrożenia nadzoru nad zakażeniami manifestującymi się po wypisie pacjentów. Niniejsza praca potwierdza konieczność i możliwość prowadzenia rejestracji po-wypisowej szczególnie na oddziale związanym z protezowaniem, gdzie wymagana jest wyjątkowa rzetelność w nadzorze nad zakażeniami przez okres 1 roku po zabiegu, zgodnie z stosowaną definicją CDC (12). Wcześniejsze dane z polskich ośrodków ortopedycznych, nie obejmowały rejestracji po-wypisowej, stąd ich czułość była odpowiednio słabsza. Np. doniesienia Romaniszyn z roku 2004 podają, że przypadki ZMO w związku z procedurą protezowania stawu kolanowego rejestrowano po-wypisowo w ok. 8% (17), a więc rzetelność tej części rejestracji w obecnie prezentowanych danych, kiedy ponad 40% przypadków kwalifikowano w poradni przyszpitalnej; wzrosła sześciokrotnie. Niestety wprowadzenie tego typu działań okazało się możliwe w jednym ze szpitali – I ośrodek – druga z palców nie zarejestrowała żadnego przypadku ZMO po wypisie pacjenta z oddziału. Jednak należy zwrócić uwagę, że przeprowadzono w nim znacznie mniej zabiegów, stąd i mniejsze możliwości badacza. Jednocześnie badanie wskazuje na inne różnice w pracy oddziału, dotyczy to z jednej strony tryby hospitalizacji (długi pobyt przed zabiegiem: średnio ponad 8 dni) i długiego czasu trwania operacji (ponad 70% dłuższy niż w drugim z ośrodków).

Otrzymany wynik dotyczący epidemiologii najważniejszej dla oddziałów zabiegowych z form zakażeń, czyli zakażenia miejsca operowanego wskazuje na różnice w epidemiologii na polskim oddziale ortopedycznym i opisywanych w literaturze badaniach wieloośrodkowych. Największe, oparte na dużej próbie szpitali to amerykański program NNIS (National Nosocomial Infection Surveillance system) wprowadzony w życie w roku 1970 i niemiecki KISS (Krankenhaus Infektionen Surveillan-

Fig. 1. Etiologic agents isolated from patients with SSI after knee endoarthroplasty

Ryc. 1. Udział drobnoustrojów wśród czynników etiologicznych ZMO w procedurach plastyki stawów kolanowych.



lance System (NNIS), introduced in 1970, and the German KISS (Krankenhaus Infektionen Surveillance System), in operation since 1998. Statistical analysis points to the differences in incidence between the German population and the centers in question. The comparison of results obtained for each of them reveals the necessity of a detailed survey of epidemiological situation. It is the more important that considerable differences in epidemiology of both centers have been noted, and the incidence of infections is four times higher than in German data. At present, it is difficult to identify the main source of problems, whether it is the center's procedure for infection prophylaxis or, generally speaking, operational technique and postoperative procedures concerning the patients whose therapy includes knee joint alloplasty. This should be the target of further detailed research which shall give the answer to the question why the risk of an infection development, accompanying the discussed procedure, is so significantly higher in a Polish orthopaedic unit. In both centers the answers can be different or very similar, especially when the incidence of both units is compared, with an exclusion of the post-release registration effect – it turns out to be almost the same (Fig.2).

Scarce data from Polish orthopaedic departments confirm the existence of the problem of high endemic level of infections in the course of the discussed procedure (18, 19, 20). A literature survey is encouraging, though, as it proves that significant reduction of incidence associated with surgical site infections is possible in orthopaedic departments as well. The starting point for any action must always be current, constant infection surveillance (21, 22, 5). An indispensable element of effective surveillance is close co-operation between the infection surveillance team and the medical staff of the department, both the nurses and the operators.

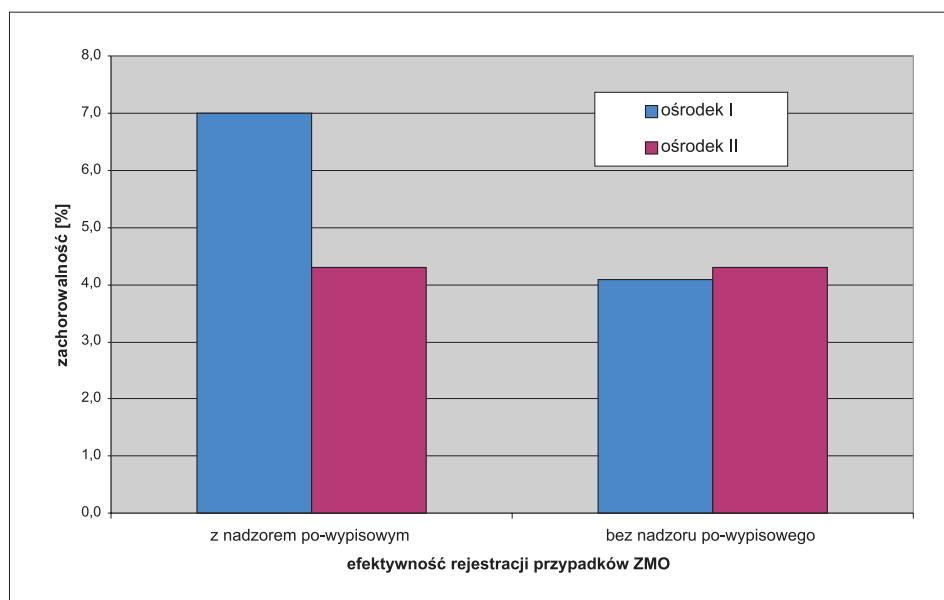
ce System), funkcjonujący od 1998 roku. Statystyczna analiza wskazuje na różnice w zachorowalności pomiędzy populacją niemiecką i w badanych ośrodkach. Porównanie otrzymanych wyników z każdym z nich wskazuje na konieczność szczegółowego przeglądu sytuacji epidemiologicznej. Jest to tym ważniejsze, że zaobserwowano znaczne różnice w epidemiologii obu oddziałów, zachorowalność jest około czterokrotnie wyższa niż w danych niemieckich. W obecnym momencie trudno wskazać główne źródło problemów, czy są nimi funkcjonujące na oddziale procedury z zakresu profilaktyki zakażeń, czy też ogólnie rzecz biorąc technika operacyjna i postępowanie pooperacyjne dotyczące pacjentów leczonych z zastosowaniem alloplastyki stawów kolanowych. Powinny temu posłużyć dalsze szczegółowe badania, które dadzą odpowiedź na pytanie dlaczego w polskim oddziale ortopedycznym tak znacząco wyższe jest ryzyko rozwoju zakażenia towarzyszącej omawianej procedurze. W obu ośrodkach odpowiedzi mogą być różne bądź bardzo zbliżone do siebie, szczególnie jeżeli porównamy zachorowalność obu oddziałów, z wykluczeniem efektu rejestracji po-wypisowej – okaże się, że była niemalże taka sama (ryc. 2).

Nieliczne dane pochodzące z polskich oddziałów ortopedycznych potwierdzają istnienie problemu wysokiego endemicznego poziomu zakażeń w zakresie omawianej procedury (18, 19, 20). Pocieszającym jest przegląd literatury, który dowodzi że możliwe jest znaczące obniżenie zachorowalności związanej ze ZMO również na oddziałach ortopedycznych. Punktem wyjścia dla wszelkich działań musi być zawsze bieżący, ciągły nadzór nad zakażeniami (21, 22, 5). A elementem niezbędnym dla efektywnego nadzoru jest ścisła współpraca pomiędzy zespołem kontroli zakażeń i personelem oddziału, zarówno pielęgniarskim, jak i operatorami.

Do najczęstszych patogenów powodujących zakażenia związane z implantem ortopedycznym należą ziarenkow-

Fig. 2. Incidence in both institutions according to the effectiveness of post-discharge surveillance

Ryc. 2. Zachorowalność w obu jednostkach z uwzględnieniem efektywności rejestracji po-wypisowej



To the most frequent pathogens causing infections associated with orthopaedic implants belong Gram-positive cocci. As could be expected, a significant predominance of these microorganisms was found in the isolated flora. The main etiological factors remain the bacteria of the *Staphylococcus* genus. The obtained results are consistent with literature data, where the frequency of isolation is determined at the level of 20 – 74%. High frequency of isolation of coagulase-negative staphylococci confirms their significant role in the infections developing after implantation operations (23, 24, 25, 26). It is worth emphasizing that the frequency of resistance of isolated *Staphylococcus* strains to the most important antimicrobial medicines applied in orthopaedic units is falling in comparison to 2004 (27).

A particularly important problem, arising in the course of the narrow and detailed analysis, was the observation of low efficiency of traditional microbiological diagnostic methods. Among the samples collected from the patients who demonstrated clinical symptoms of infection (including articular fluid, pus and intraoperative material) only a half was positive. The rest, mostly aspirates from the articular fluid, remained negative – no microorganisms were cultured. In the future, an analysis of the economics of hospital infections should be conducted, including the possibility of applying modern genetic methods in infection diagnostics in orthopaedic departments, which should improve the efficiency of diagnosis as well as of further treatment – usually time-consuming and costly.

CONCLUSIONS

1. Research conducted in Polish orthopaedic units revealed significantly higher incidence of surgical site infections in patients undergoing the implantation of knee joint endoprotheses as compared to the results of American and German multi-center studies.
2. In one of the investigated units it was possible to introduce effective post-release surveillance, which had significant influence on the assessment of the unit's epidemiological condition.
3. Among the isolated microorganisms Gram-positive cocci predominated, with a considerable majority of the *Staphylococcus* genus. The observed drug-sensitivity of the isolated strains confirmed the literature discussions of the serious problem of infections caused by polyresistant coagulase-negative staphylococci in knee joint orthopaedic surgery.
4. Low efficiency has been observed with regard to traditional microbiological diagnostic methods (phenotypic methods) with the use of articular fluid aspirates.
5. The research pointed to the necessity of further detailed studies of the possibility of reducing the high level of endemic surgical site infections as well as of the possibility to apply modern methods of microbiological diagnostics based on genetic research.

ce Gram – dodatnie. Zgodnie z oczekiwaniami wśród wyizolowanej flory stwierdzono znaczącą przewagę tych drobnoustrojów. Głównymi czynnikami etiologicznymi pozostają bakterie z rodzaju *Staphylococcus*. Otrzymane wyniki są zgodne z danymi jakie podaje literatura, określając częstość izolacji na poziomie 20 – 74%. Wysoka częstość izolacji gronkowców koagulazo – ujemnych potwierdza znaczący udział tych drobnoustrojów w zakażeniach jakie wywołują się po zabiegach przebiegających ze wszczepieniem implantów (23, 24, 25, 26). Na podkreślenie zasługuje fakt zmniejszającej się w porównaniu do roku 2004 (27) częstości oporności izolowanych szczepów gronkowców na najważniejsze z punktu widzenia oddziały ortopedycznego leki przeciwdrobnoustrojowe.

Niezwykle ważnym problemem, który powstał przy tak wąskiej, szczegółowej analizie, była obserwacja niskiej efektywności tradycyjnych metod z zakresu diagnostyki mikrobiologicznej. Spośród materiałów pobranych od pacjentów, u których stwierdzono kliniczne objawy zakażenia (były to: płyn stawowy i materiały ropne oraz śródoperacyjne) tylko około połowa było materiałami dodatnimi. Pozostałe, głównie aspiraty z płynu stawowego pozostała ujemna – nie uzyskano wzrostu drobnoustroju. W przyszłości należy przeprowadzić analizę z zakresu ekonomiki zakażeń szpitalnych obejmujących możliwość zastosowania nowoczesnych metod genetycznych w diagnostyce zakażeń na oddziale ortopedycznym, która powinna poprawić efektywność zarówno diagnozy, jak i dalszego leczenia – zazwyczaj długotrwałego i kosztownego.

WNIOSKI

1. Badanie prowadzone w polskich oddziałach ortopedycznych wykazało znacząco wyższą zachorowalność na ZMO u pacjentów poddawanych procedurze endoprotezowania stawów kolanowych w porównaniu do wyników amerykańskich i niemieckich badań wieloośrodkowych.
2. W jednej z badanych jednostek możliwe było wprowadzenie efektywnego nadzoru po-wypisowego, który w sposób znaczący wpłynął na ocenę stanu epidemiologicznego oddziału.
3. Wśród izolowanych drobnoustrojów dominowały zia- renkowce Gram-dodatnie, ze znaczną przewagą bakterii z rodzaju *Staphylococcus*. Stwierdzona lekowrażliwość izolatów potwierdzała cytowany w literaturze istotny problem zakażeń powodowanych przez wielo-oporne gronkowce koagulazoujemne w chirurgii ortopedycznej stawu kolanowego.
4. Stwierdzono małą efektywność tradycyjnych metod diagnostyki mikrobiologicznej (metody fenotypowe) z wykorzystaniem materiałów jakim były aspiraty płynu stawowego.
5. Wskazano konieczność dalszego szczegółowego badania zarówno nad możliwością obniżenia obecnego wysokiego poziomu endemicznych zakażeń miejsca operowanego, jak i nad możliwością zastosowania nowoczesnych metod diagnostyki mikrobiologicznych na bazie badań genetycznych.

References/Piśmiennictwo:

1. Charnler J: Postoperative infection after hip replacement with special reference to air contamination in the operating room. *Clin Orthop* 1972; 87: 167-187.
2. Fitzgerald RH Jr, Nolan DR, Ilstrup DM i inni: Deep wound sepsis following total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surgery* 1977; 59A: 847-855
3. Fitzgerald RH Jr: Infections of hip prostheses and artificial joints. *Infect Dis Clin North Am* 1989; 3: 329-338
4. Gillespie WJ: Infection in total joint replacement. *Infect Dis Clin North Am* 1990; 4: 465-484
5. Gastmeier P, Sohr D, Brandt C i in.: Reduction of orthopedic wound infections in 21 hospitals. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2005; 125: 526-530.
6. De Boer AS, Geubbles ELPE, Elle J, De Geoot AJM: Risk assessment for surgical site infections following total hip and total knee prostheses. *J Chemotherapy* 2001; 13(1): 42-47
7. Blom AW, Brown J, Taylor AH, Pattison G, Whitehouse S, Bannister GC: Infection after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg (Br)* 2004; 86-B: 688-691
8. Whitehouse J, Friedman N, Kirkland K i in.: The impact of surgical-site infections following orthopedic surgery at a community hospital and a university hospital: advise quality of life, excess length of stay, and extra costs. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2002; 23: 183-189.
9. Sculco T: The economic impact of infected joint arthroplasty. *Orthopedics*, 1995; 18: 871-875.
10. Vacanti CJ, VanHouten RJ, Hill RJA statistical analysis of the relationship of physical status to postoperative mortality in 68 388 cases. *Anesth Analg* 1970; 49: 564-566.
11. Emori T.G.: National nosocomial infections surveillance system (NNIS): Description of surveillance methods. *Am J Infect Control*, 1991; 19:19-35.
12. Horan TC, Gaynes RP, Martone WJ, Jarvis WR, Emori TG: CDC definitions of nosocomial surgical site infections, 1992: a modification of CDC definitions of surgical wound infections. *Am J Infect Control* 1992; 20: 271-274.
13. Culver D.H., Horan T.C., Gaynes R.P.: Surgical wound infection rates by wound class, operative procedure, and patient risk index. *Am. J. Med.* 1991; 91 (suppl 3B): 152S-7S.
14. Haley R.W. Culver D.H. White J.W. i inni: Identifying patients at high risk of surgical wound infection; A simple multivariate index of patient susceptibility and wound contamination. *Am. J. Epidemiol.* 1985; 121: 206-15.
15. Brandt C, Hansen S, Sohr D i inni: Finding a methods for optimizing risk adjustment when comparing surgical site infection rates. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2004; 25: 313-318.
16. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twelfth Informational Supplement, 2002, Vol. 22 No.1.
17. Romaniszyn D, Wójkowska-Mach J, Jaje E i in: Nadzór epidemiologiczny i mikrobiologiczny nad zakażeniami miejsca operowanego w ośrodku ortopedycznym. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, 2006 (w druku)
18. Babiak I, Górecki A: Postępowanie w powikłaniach septycznych endoprotez stawu biodrowego i kolanowego. XIII Zjazd Polskiego Towarzystwa Zakażeń Szpitalnych XVI Naukowo-Szkoleniowe Sympozjum Sekcji Zakażeń Chirurgicznych Towarzystwa Chirurgów Polskich, Krynica 2006:38.
19. Szyszka J, Czajka R: Diagnostyka i leczenie zakażeń po endoprotezoplastyce stawu kolanowego w Oddziale Chirurgii Ortopedycznej Opolskiego Centrum Rehabilitacji w Korfanowie. XIII Zjazd Polskiego Towarzystwa Zakażeń Szpitalnych XVI Naukowo-Szkoleniowe Sympozjum Sekcji Zakażeń Chirurgicznych Towarzystwa Chirurgów Polskich, Krynica 2006: 35.
20. Pozowski A, Kopyś J, Kowalski J, Cieszyński J: Analiza powikłań po artroplastyce całkowitej kolana cementowaną endoprotezą kondylarną. *Ortop Traumatologia Rehabilitacja* 2005; 7(4): 383-386
21. Douglas P, Asimus M, Swan J i inni: Prevention of orthopaedic wound infections: a quality improvement project. *J Qual Clin Pract.* 2001; 21: 146-153.
22. Schneeberger P, Smits M, Zick R i in: Surveillance as a starting point to reduce surgical-site infection rates in elective orthopaedic surgery. *J Hosp Infect.* 2002; 51: 179-184.
23. Saleh K., Olson M., Resig S. et al.: Predictors of wound infection in hip and knee joint replacement: results from a 20 year surveillance program. *J Orthopaedic Research* 2002; 20: 506-515.
24. Abudu A., Sivarden KA., Grimer RJ., Pysent PB., Noy M.: The outcome of perioperative wound infection after total hip and knee arthroplasty. *Int. Orthop.* 2002; 26 (1): 40-3.
25. Peersman G., Laskin R., Davis J., Peterson M.: Infection in total knee replacement. A retrospective review of 6489 total knee replacements .
26. Lentiono J: Prosthetic joint infections: bane of orthopedists, challenge for infectious disease specialists. *Clin Infect Dis*, 2003; 36:1157-1161.
27. Wójkowska-Mach J, Jaje E, Romaniszyn D, Kasperek M, Frańczuk B, Bulanda M, Heczko PB: Comparison of SSI rates in endoarthroplasty of hip and knee in a Cracow patient population and the importance of postdischarge surveillance. *Infection* 2008; 36: 36-40.