

Jerzy Białecki, Adrian Brychcy, Wojciech Marczyński

Przygotowanie chorego do operacji alloplastyki stawu biodrowego lub kolanowego jako istotny element zapobiegania zakażeniu okołoprotezowemu

Preparation of patients for hip or knee replacement surgery as an important element in preventing periprosthetic joint infection

Klinika Ortopedii Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego, Oddział Ortopedii Dorosłych, Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny im. prof. A. Grucy w Otwocku.

Kierownik Kliniki: prof. dr hab. n. med. Wojciech Marczyński, Ordynator Oddziału: dr n. med. Jerzy Białecki

Adres do korespondencji: Klinika Ortopedii Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego, Oddział Ortopedii Dorosłych, Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny im. prof. A. Grucy w Otwocku, ul. Konarskiego 13, 05-400 Otwock, e-mail: jerzybialecki@pro.onet.pl

Department of Orthopaedics, The Medical Centre of Postgraduate Education, Department of Adult Orthopaedics, Prof. Adam Gruca Teaching Hospital in Otwock, Poland.

Head of the Department of Orthopaedics: Professor Wojciech Marczyński, MD, PhD, Head of the Department of Adult Orthopaedics: Jerzy Białecki, MD, PhD

Correspondence: Department of Orthopaedics, The Medical Centre of Postgraduate Education, Department of Adult Orthopaedics, Prof. Adam Gruca Teaching Hospital in Otwock, Konarskiego 13, 05-400 Otwock, Poland, e-mail: jerzybialecki@pro.onet.pl

Streszczenie

Protezooplastyka dużych stawów kończyny dolnej jest powszechnie akceptowaną i stosowaną metodą leczenia choroby zwyrodnieniowej stawów. Jak każda interwencyjna metoda leczenia obciążona jest ryzykiem powikłań. Do najbardziej obciążających chorego należy zakażenie okołoprotezowe. Wystąpienie tego typu komplikacji kwalifikuje chorego do kolejnych operacji, w znacznym stopniu upośledzających codzienną aktywność i komfort życiowy. Infekcje w obrębie układu kostno-stawowego stanowią duże wyzwanie lecznicze. Ma to związek zarówno z ubogą penetracją antybiotyków do przedziału (układu) kostno-stawowego, jak i ze zwiększającą się lekoopornością patogenów. Konieczność wielotygodniowej antybiotykoterapii, jako uzupełnienie leczenia operacyjnego, stanowi dodatkowe obciążenie finansowe. Wdrożenie schematu profilaktyki pierwotnej zakażenia okołoprotezowego pozwala w istotnym stopniu zredukować ryzyko wystąpienia tego powikłania. W artykule omówiono odmienność charakteru infekcji w obrębie narządu ruchu oraz wokół implantów ortopedycznych. Przedstawiono najistotniejsze zasady zapobiegania septycznym powikłaniom całkowitej endoprotezooplastyki stawu biodrowego i kolanowego, poprzez omówienie najczęstszych źródeł infekcji pierwotnej. Zaproponowano algorytm postępowania oparty na badaniach diagnostycznych redukujących ryzyko powikłań infekcyjnych i zwiększających bezpieczeństwo przeprowadzenia interwencji chirurgicznej (zabiegu chirurgicznego), jak również szanse na dobry wynik odległy.

Słowa kluczowe: plastyka rekonstrukcyjna stawu biodrowego, zakażenia bakteryjne, zakażenia ran chirurgicznych, prewencja pierwotna, żylna choroba zakrzepowo-zatorowa

Abstract

Replacement of large joints in the lower limbs is a commonly accepted and used method for the treatment of osteoarthritis. Like any other intervention, this treatment method also involves the risk of complications. Periprosthetic joint infection is one of the most serious ones. It qualifies patients for further procedures, which significantly impairs their daily activity and the comfort of life. Osteoarticular infections represent a major therapeutic challenge. This is associated with both, poor penetration of antibiotics into the osteoarticular compartment (system) as well as with the increasing drug resistance of pathogens. Osteoarticular infections require several weeks of antibiotic therapy, as an adjunct treatment, which is an additional financial burden. The implementation of primary prevention scheme in periprosthetic joint infection allows for a significant reduction in the risk of this complication. The article discusses the different nature of the infection within joints and orthopaedic implants. We have presented the key principles for the prevention of septic complications associated with total hip and knee replacement, by discussing the most common sources of primary infection. We have proposed a treatment algorithm based on diagnostic tests reducing the risk of infectious complications and increasing the safety of surgical intervention (surgical procedure) as well as the chances for good long-term treatment outcomes.

Key words: hip replacement, bacterial infections, surgical wound infections, primary prevention, venous thromboembolism

Choroba zwyrodnieniowa dużych stawów kończyny dolnej jest powszechnym problemem w codziennej praktyce lekarza podstawowej opieki zdrowotnej. Schorzenie to na wczesnym etapie zaawansowania zmian zwyrodnieniowych może być leczone zachowawczo fizjoterapią i kinezyterapią lub też chirurgicznie z zachowaniem stawu przez odpowiednie osteotomie według wskazań. Rozwiązaniem znacznie częściej proponowanym jest jednak całkowita wymiana stawu na sztuczną endoprotezę. Protezoplastyka stawów jest jedynie operacją mechaniczną, a nie biologiczną. Niezgodność tkankowa kości i metalu protezy generuje dalsze powikłania.

Wiedza z zakresu całkowitej alloplastyki (endoplastyki) stawu biodrowego oraz kolanowego na przestrzeni ostatnich dekad rozwijała się bardzo dynamicznie, a procedura została spopularyzowana i upowszechniona⁽¹⁻⁴⁾. W USA szacuje się, że do 2030 roku liczba wykonanych endoplastyk stawów biodrowych wzrośnie o ponad 175%, natomiast kolanowych – o ponad 600%⁽⁵⁾. Niestety, relatywnie wzrośnie też liczba rewizji spowodowanych zakażeniami okołoprotezowymi (ZO) – według prognoz do ponad 35 000 rocznie. Jest to najpoważniejsze powikłanie endoplastyki, przez które końcowy wynik leczenia może zostać całkowicie zniweczony. Na liczbę powikłań znaczny wpływ mają nie tylko zabieg operacyjny i okres pobytu w szpitalu, ale również prawidłowe przygotowanie przedoperacyjne chorego do operacji, które uważane jest powszechnie za podstawowe⁽⁵⁾.

Endoprotezy stawu biodrowego i kolanowego ze względu na sposób osadzenia i mocowania w kości można najogólniej podzielić na bezcementowe, implantowane w ścisłym dopasowaniu dzięki technice press-fit oraz cementowane, wklejane do kości na specjalnym cemencie polimetylmetakrylowym (PMMA), mogącym zawierać domieszkę antybiotyku według wskazań. Newralgicznym elementem każdej endoprotezy jest sztuczna powierzchnia stawowa poddawana regularnym ruchom tarcia. Kolejne modele implantów dostępnych na rynku produkowane są z wykorzystaniem materiałów o właściwościach trybologicznych, cechujących się wysoką odpornością na ścieranie. Przykładem tego typu materiału jest ceramika czy też wysoko usieciowany polietylen, wzbogacony dodatkami antyoksydantów pod postacią witaminy E⁽⁶⁾. Zastosowanie tego typu materiałów w produkcji pozwala na potencjalne zwiększenie „czasu przeżycia” endoprotezy, która w dotychczasowych doświadczeniach klinicznych wymagała wymiany na skutek zużycia oraz następczego obłuzowania⁽⁷⁻⁹⁾.

Endoproteza jest ciałem obcym i co za tym idzie – miejscem zmniejszonej odporności, co czyni ją szczególnie podatną na kolonizację bakteryjną⁽¹⁰⁾. Osadzanie się patogenów na powierzchni przybiera formę biofilmu, czyli specjalnej formy przetrwalnikowej bakterii^(11,12). W odróżnieniu od formy planktonicznej patogeny nabierają zdolności do produkcji polisacharydowej warstwy ochronnej, zapewniającej izolację od czynników bakteriostatycznych i bakteriobójczych, co prowadzi do rozwoju infekcji i obłuzowania implantu. Wytworzony przez bakterie biofilm to populacja mikroorganizmów zdolnych do wzajemnej komunikacji i interakcji, która w praktyce

Osteoarthritis of the large joints of the lower limb is a common problem in everyday practice of a primary care physician. At an early stage of degenerative lesions, conservative treatment in the form of physiotherapy and kinesiotherapy or surgical treatment with the maintenance of the joint by means of appropriate osteotomies may be used. However, total joint replacement with an artificial prosthesis is a much more frequently suggested solution. Joint replacement is only a mechanical procedure, and not biological one. Incompatibility between metal and human bone tissue generates further complications.

Over the last decades, the knowledge on total hip and knee replacement (arthroplasty) has developed very rapidly, and the procedure has become popular⁽¹⁻⁴⁾. In the US, it is estimated that by 2030 the number of performed hip replacements will have increased by more than 175% and the number of knee replacements – by more than 600%⁽⁵⁾. Unfortunately, according to available prognoses, the number of revisions due to periprosthetic infections (PI) will also increase up to 35,000 a year. This is the most serious complication of joint replacement, which can thwart the entire therapeutic process. The number of complications is not only affected by the procedure itself and the period of hospitalisation, but also by appropriate preoperative patient preparation, which is generally considered as basic⁽⁵⁾.

In terms of implant fixation, hip and knee replacements may be generally divided into uncemented, press-fit implants and cemented implants, which are fixed to the bone using special polymethyl methacrylate cement (PMMA), which, depending on the indications, can comprise an admixture of antibiotic. The artificial joint surface subject to regular abrasive movements is a crucial element of each endoprosthesis. Other types of implants available on the market are produced using materials with tribological properties, which are characterised by high abrasion resistance. Highly cross-linked polyethylene enriched in antioxidants in the form of vitamin E is an example of this type of material⁽⁶⁾. The use of such materials in the manufacturing process allows for a potential increase in the “survival” of the endoprosthesis, which needed to be replaced due to wear with subsequent loosening during past clinical studies⁽⁷⁻⁹⁾.

Endoprosthesis is a foreign body, and hence, the site characterised by poorer resistance, which makes it particularly susceptible to bacterial colonisation⁽¹⁰⁾. Pathogenic colonisation of the surfaces forms into biofilms, i.e. a special bacterial spore-like form^(11,12). Unlike the planktonic form, pathogens acquire the ability to produce a polysaccharide protective coating that provides insulation from bacteriostatic and bactericidal agents, which results in infection and implant loosening. The biofilm formed by these bacteria comprises a population of microorganisms capable of mutual communication and interaction, which, in practice, results in the formation of structure inseparably bound with the surface, and its elimination can only be achieved by mechanical removal of the entire implant.

tworzy strukturę nierozzerwalnie związaną z powierzchnią, a jej usunięcie możliwe jest wyłącznie poprzez mechaniczne usunięcie całego implantu. W związku z tym u chorego przygotowywanego do operacji należy zmniejszyć ryzyko infekcji, wykluczając wszelkie endogenne ogniska infekcyjne, w tym próchnicę zębów i zmiany okołowierzchołkowe, zakażenia dróg moczowo-płciowych, zakażenia skóry, grzybicę paznokci. Przeprowadzenie tego typu kompleksowego przygotowania chorego do operacji nie jest możliwe na oddziałach operujących, w których pobyt chorego winien być maksymalnie skrócony tylko do czasu koniecznego na przeprowadzenie operacji. Nadmienić trzeba również, że czas pobytu chorego w szpitalu należy do istotnych czynników ryzyka zakażeń okołoprotezowych⁽¹³⁾, natomiast zakażenia szpitalne do najtrudniejszych do wyleczenia, tak więc skrócenie pobytu w szpitalu do niezbędnego minimum w istotny sposób zapobiega infekjom okołoprotezowym. Zatem poszukiwanie i leczenie zapalnych ognisk wewnątrzustrojowych powinno być skutecznie przeprowadzane w trybie ambulatoryjnym.

Właściwe przygotowanie chorego do operacji, jako wielospecjalistyczne, leży po stronie lekarzy kierujących i wykonujących operację; stosuje się je w szeroko pojętym interesie pacjenta i nie powinno być przeprowadzane podczas pobytu chorego na oddziale operującym.

Okres oczekiwania na zabieg operacyjny można, i należy, wykorzystać na właściwe przygotowanie chorego do operacji. Uświadomienie pacjentowi konieczności wykonywania badań okresowych i konsultacji specjalistycznych według wskazań przygotowujących do operacji ma olbrzymie znaczenie dla ostatecznego powodzenia procedury. Prawidłowe przygotowanie chorego do zabiegu protezoplastyki stawu biodrowego bądź kolanowego obejmuje ocenę stanu ogólnego, ze szczególnym uwzględnieniem układu oddechowego i krążenia. Wszyscy chorzy powyżej 40. roku życia powinni być dodatkowo poddawani konsultacji internistycznej i w zależności od jej wyniku mieć zlecone dalsze kierunkowe konsultacje i badania. U wszystkich chorych powyżej 60. roku życia wydaje się również zasadne wykonywanie badania echokardiograficznego. Decyzja o przeprowadzeniu tego badania należy jednak do internisty bądź lekarza medycyny rodzinnej. U chorych z wywiadem kardiologicznym leczonych przewlekle doustnymi lekami przeciwkrzepliwymi w okresie około 7 dni przed planowanym zabiegiem operacyjnym należy przeprowadzić konwersję na codzienne iniekcje z heparyn drobnocząsteczkowych w dawkach adekwatnych do stanu ogólnego i masy ciała pacjenta. Kolejnym istotnym elementem przygotowania chorego do operacji jest konsultacja ginekologiczna, badanie ogólne i dwukrotny posiew moczu. Współistnienie zakażenia dróg moczowych i rodnych utrudnia pielęgnację pooperacyjną, jak również upośledza odporność chorych, co może przyczynić się do rozwoju zakażenia miejsca operowanego (ZMO)⁽¹⁴⁾. W przypadkach przewlekłych i czasami niemożliwych do wyleczenia infekcji dróg moczowych wskazana jest ich dokładna ocena; wówczas wykonanie zabiegu endoplastyki wiąże się ze zwiększonym ryzykiem infekcji, ale jest możliwe z rozszerzoną profilaktyką antybiotykową. Informacja taka

Therefore, it is necessary to reduce the risk of infection in a patient prepared for the surgery, by eliminating all endogenous infection foci, including dental caries and periapical lesions, genitourinary infections, skin infections as well as onychomycosis. This type of comprehensive patient preparation for a surgery is no longer possible at surgical departments, where patients should stay for the shortest possible time required to perform surgical procedure. It also should be noted that the length of stay in hospital is dependent on important risk factors for periprosthetic infection⁽¹³⁾, and nosocomial infections are one of the most difficult to cure, therefore reducing hospitalisation to the absolute minimum significantly prevents periprosthetic infections. Therefore, the search for and treatment of endogenous inflammatory foci should be effectively performed on an outpatient basis.

Adequate preparation of a patient for surgery, as a multidisciplinary procedure, is the responsibility of referring physicians and surgeons performing the procedure; it is used for the general benefit of the patient and should be performed during patient's stay in the surgical department.

The waiting period for the procedure can and should be used for proper preparation of the patient for the surgery. Informing the patient about the need for medical check-ups and specialist consultations, as in accordance with the guidelines for preoperative preparation, is of great importance for the ultimate success of the procedure. Proper patient preparation for hip or knee replacement involves the assessment of the overall patient's condition, with particular emphasis on the respiratory and circulatory systems. All patients over 40 years of age should additionally receive internal medicine consultation and, depending on its outcomes, receive instructions on further consultations and medical tests. It also seems reasonable to perform echocardiography in all patients over 60 years of age. However, it is internist's or family physician's decision whether to perform this test or not. Conversion into daily low molecular weight heparin injections at doses adequate for the overall condition and the body weight of the patient should be performed about 7 days prior to the planned surgery in patients with the history of cardiovascular disease receiving long-term anticoagulant treatment. Gynaecological consultation, general physical examination and two-time urine culture are another important element in preoperational patient preparation. Concomitant genitourinary tract infections hinder postoperative care and impair the immunity of patients, which may contribute to surgical site infection (SSI)⁽¹⁴⁾. In the case of chronic, and sometimes, impossible to cure urinary infections, careful assessment of these infections is indicated. Although, under these circumstances, joint replacement is associated with an increased risk of infection, it is possible provided that extended antibiotic prophylaxis is used. This information included in the preoperative consultation allows for a potential replacement of the antibiotic used in the prophylaxis.

zawarta w konsultacji przedoperacyjnej pozwala na ewentualną zmianę antybiotyku profilaktycznego.

W badaniach prowadzonych na Oddziale Zapaleń Kości i Stawów Kliniki Ortopedii CMKP w Otwocku u chorych z infekcją okołoprotezową stwierdzono współistnienie u większości pacjentów czynnych stanów zapalnych w obrębie jamy ustnej, dróg moczowych lub innych układów. Przedoperacyjna ocena układu naczyniowego oraz ryzyka żylnej choroby zakrzepowo-zatorowej (ŻChZZ) również stanowi istotny element przygotowania do leczenia operacyjnego. W przypadkach podejrzenia lub stwierdzonej niewydolności żylnej kończyn dolnych bądź ich niewyjaśnionych obrzęków wskazane są przeprowadzenie badania USG Doppler naczyń żylnych i ewentualnie konsultacja chirurga naczyniowego. Istotnym elementem profilaktyki zakrzepowo-zatorowej poza farmakologiczną jest profilaktyka mechaniczna. Każdy chory kwalifikowany do endoplastyki stawu biodrowego lub kolanowego powinien mieć przygotowane pończochy profilaktyczne, które stosuje się nie tylko w okresie bezpośrednio po operacji, lecz także jako istotny element dalszej profilaktyki ŻChZZ. W wielu krajach europejskich i USA stosowanie pończoch oraz profilaktyka kwasem acetylosalicylowym uważane są za wystarczające elementy prewencji ŻChZZ, w zależności od niskiej liczby czynników ryzyka⁽¹⁵⁻¹⁸⁾. W Polsce i wielu krajach Europy obowiązują ściśle określone zasady omawianej profilaktyki, zaktualizowane w 2014 roku.

Przedstawiony problem właściwego przygotowania chorego do zabiegu endoplastyki stawu biodrowego lub kolanowego pokazuje, jak ważne jest postępowanie przedoperacyjne w celu zapobiegnięcia infekcji wokół endoprotezy. Każdorazowo konieczne jest współdziałanie lekarzy rodzinnych oraz innych specjalistów, tak aby czas oczekiwania na endoplastykę był właściwie wykorzystany i pozwolił na bezpieczne przeprowadzenie operacji oraz postępowania pooperacyjnego. Niezdiagnozowana na wczesnym etapie infekcja wokół implantu stanowi najcięższą komplikację leczenia artrozy z zastosowaniem endoprotezy. Pomimo iż częstość występowania tego powikłania według różnych źródeł kształtuje się na poziomie <1%⁽¹⁹⁾, to jego wystąpienie zawsze wiąże się z koniecznością dodatkowych operacji i przedłużonej antybiotykoterapii, co generuje znaczne koszty^(20,21). Redukcja pierwotnego zagrożenia ze strony patogenów poprzez wyeliminowanie ognisk infekcyjnych wewnątrzustrojowych o pozastawowej lokalizacji u chorego zakwalifikowanego wstępnie do operacji alloplastyki stawu biodrowego lub kolanowego umożliwia w sposób wymierny ograniczenie ryzyka wystąpienia zakażenia okołoprotezowego. Odpowiednie przygotowanie chorego do leczenia operacyjnego ma zatem zasadnicze znaczenie z perspektywy odległego wyniku terapii, jako że uzyskanie remisji procesu infekcyjnego jest niezwykle trudne, a wyleczenie wątpliwe.

Konflikt interesów

Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.

In the studies conducted in the Department of Bone and Joint Inflammation, Department of Orthopaedics of A. Gruca Hospital in Otwock, coexistent inflammation in the oral cavity, urinary tract or other systems was found in most patients with periprosthetic inflammation. Preoperative assessment of the vascular system and the risk of venous thromboembolism is also an important element of preoperative preparation. In the case of suspected or diagnosed lower extremity venous insufficiency or unexplained limb oedema, Doppler ultrasound of the veins and, if necessary, vascular surgeon consultation is indicated. Apart from pharmacological prophylaxis, mechanical prophylaxis is also an important element of thromboembolism prevention. Each patient qualified for hip or knee replacement should have compression stockings, which are used not only in the period immediately after surgery, but also as an important element of the further prevention of venous thromboembolism (VTE). In many European countries and the USA, the use of compression stockings and acetylsalicylic acid are considered as sufficient components of VTE prevention, depending on the low number of risk factors⁽¹⁵⁻¹⁸⁾. There are in Poland and in many European countries strict rules related to VTE prevention, which were updated in 2014.

The presented problem of patient preparation for hip or knee replacement shows the importance of preoperative management to prevent periprosthetic infection. For each patient, cooperation between family doctors and other specialist physicians is needed, so that the waiting time for joint replacement be properly used and allow for safe surgery and postoperative management.

Infection around the implant, if not diagnosed at an early stage, it represents the most severe complication of the treatment of osteoarthritis using endoprosthesis. Although the incidence of this complication accounts for <1%⁽¹⁹⁾, according to various sources, it always involves the need for additional surgeries and prolonged antibiotic therapy, thus generating significant costs^(20,21). Reducing the primary threat from pathogens by eliminating endogenous infection foci localised outside the joint in a patient prequalified for hip or knee replacement allows for a measurable reduction in the risk of periprosthetic infection. Proper preparation of a patient for surgical treatment is therefore essential from the perspective of long-term treatment outcomes, as complete remission of the infection is very difficult to achieve, and the recovery is doubtful.

Conflict of interest

The authors do not report any financial or personal links with other persons or organizations, which might affect negatively the content of this publication or claim authorship rights to this publication.

Piśmiennictwo / References

1. Berber R, Pappas Y, Khoo M *et al.*: A new approach to managing patients with problematic metal hip implants: the use of an Internet-enhanced multidisciplinary team meeting: AAOS exhibit selection. *J Bone Joint Surg Am* 2015; 97: e20.
2. Furnes O, Paxton E, Cafri G *et al.*: Distributed analysis of hip implants using six national and regional registries: comparing metal-on-metal with metal-on-highly cross-linked polyethylene bearings in cementless total hip arthroplasty in young patients. *J Bone Joint Surg Am* 2014; 96 Suppl 1: 25–33.
3. Salemyr M, Muren O, Ahl T *et al.*: Vitamin-E diffused highly cross-linked polyethylene liner compared to standard liners in total hip arthroplasty. A randomized, controlled trial. *Int Orthop* 2015. DOI: 10.1007/s00264-015-2680-3.
4. Schmidt-Braekling T, Waldstein W, Akalin E *et al.*: Minimal invasive posterior total hip arthroplasty: are 6 weeks of hip precautions really necessary? *Arch Orthop Trauma Surg* 2015; 135: 271–274.
5. Adeli B, Parvizi J: Strategies for the prevention of periprosthetic joint infection. *J Bone Joint Surg Br* 2012; 94 (Suppl A): 42–46.
6. Oral E, Neils A, Muratoglu OK: High vitamin E content, impact resistant UHMWPE blend without loss of wear resistance. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2014. DOI: 10.1002/jbm.b.33256.
7. Liu GY, Zhao JN, Wang R: [Progress on the relationship between wear debris-induced apoptosis and aseptic loosening of prosthesis]. *Zhongguo Gu Shang* 2013; 26: 791–796.
8. Jiang Y, Jia T, Wooley PH *et al.*: Current research in the pathogenesis of aseptic implant loosening associated with particulate wear debris. *Acta Orthop Belg* 2013; 79: 1–9.
9. Nich C, Takakubo Y, Pajarinen J *et al.*: Macrophages-Key cells in the response to wear debris from joint replacements. *J Biomed Mater Res A* 2013; 101: 3033–3045.
10. Gómez-Barrena E, Esteban J, Medel F *et al.*: Bacterial adherence to separated modular components in joint prosthesis: a clinical study. *J Orthop Res* 2012; 30: 1634–1639.
11. Nickinson RS, Board TN, Gambhir AK *et al.*: The microbiology of the infected knee arthroplasty. *Int Orthop* 2010; 34: 505–510.
12. Szczesny G, Babiak I, Kowalewski M *et al.*: [Septic loosening of hip and knee prosthesis]. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol* 2005; 70: 179–184.
13. Zhu Y, Zhang F, Chen W *et al.*: Risk factors for periprosthetic joint infection after total joint arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Hosp Infect* 2015; 89: 82–89.
14. Rasouli MR, Restrepo C, Maltenfort MG *et al.*: Risk factors for surgical site infection following total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2014; 96: e158.
15. Yassin M, Mitchell C, Diab M *et al.*: The necessity of pharmacological prophylaxis against venous thromboembolism in major joint arthroplasty. *Int Orthop* 2014; 38: 1073–1075.
16. Chari A, Khokhar A, Murray D *et al.*: Venous thromboembolism and its prophylaxis in elective total hip arthroplasty: an international perspective. *Hip Int* 2012; 22: 1–8.
17. Selby R, Borah BJ, McDonald HP *et al.*: Impact of thromboprophylaxis guidelines on clinical outcomes following total hip and total knee replacement. *Thromb Res* 2012; 130: 166–172.
18. Vulcano E, Gesell M, Esposito A *et al.*: Aspirin for elective hip and knee arthroplasty: a multimodal thromboprophylaxis protocol. *Int Orthop* 2012; 36: 1995–2002.
19. Frank RM, Cross MB, Della Valle CJ: Periprosthetic joint infection: modern aspects of prevention, diagnosis, and treatment. *J Knee Surg* 2015; 28: 105–112.
20. Kapadia BH, McElroy MJ, Issa K *et al.*: The economic impact of periprosthetic infections following total knee arthroplasty at a specialized tertiary-care center. *J Arthroplasty* 2014; 29: 929–932.
21. Kurtz SM, Lau E, Watson H *et al.*: Economic burden of periprosthetic joint infection in the United States. *J Arthroplasty* 2012; 27 (Suppl): 61.e1–65.e1.