

# Endoprotezoplastyka stawu biodrowego z użyciem bezcementowej panewki Avantage u chorych z czynnikami ryzyka pooperacyjnej niestabilności endoprotezy

## Total Hip Arthroplasty Using Cementless Avantage Cup in Patients with Risk of Hip Prosthesis Instability

Jacek Semenowicz<sup>1(A,B,D,E,F)</sup>, Adam Mroczka<sup>1(B,C,E)</sup>, Anita Kajzer<sup>2(B)</sup>, Wojciech Kajzer<sup>2(B)</sup>, Bogdan Koczy<sup>1(D)</sup>, Jan Marciniak<sup>2(D,E,F)</sup>

<sup>1</sup> Samodzielny Publiczny Wojewódzki Szpital Chirurgii Urazowej im. Dr Janusza Daaba w Piekarach Śląskich, Polska

<sup>2</sup> Politechnika Śląska. Centrum Inżynierii Biomedycznej, Zabrze, Polska

<sup>1</sup> Janusz Daab Independent Public Regional Hospital of Trauma Surgery in Piekary Śląskie, Poland

<sup>2</sup> Silesian University of Technology, Centre for Biomedical Engineering, Zabrze, Poland

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Celem pracy była ocena aloplastyki stawu biodrowego z wykorzystaniem bezcementowej panewki Avantage u kobiet z dodatkowymi czynnikami ryzyka pooperacyjnej niestabilności.

**Materiał i metody.** W latach 2004-2010 implantowano 280 bezcementowych panewek systemu Avantage i Avantage Reload u 260 kobiet w wieku od 29 do 79 (średnia 60) 9 lat. U 217 kobiet występował przynajmniej 1 dodatkowy czynnik ryzyka zwichnięcia endoprotezy. Przeżywalność panewki oceniano określając jako punkt końcowy konieczność jej wymiany. W analizach statystycznych wykorzystano dokładny test Fishera celem oceny różnicy w konieczności rewizji między panewką Avantage a Avantage Reload, krzywą Kaplana-Meiera w szacowaniu czasu sprawnego działania endoprotezy. Przeprowadzono również badania warstwy powierzchniowej 2 nieużytych oraz 4 usuniętych panewek.

**Wyniki.** Końcowemu badaniu poddano 239 chorych (259 aloplastyk). Okres obserwacji wynosił od 2, 7 do 9, 6 lat, średnio 7, 0 lat. U żadnej chorej nie obserwowano pooperacyjnej niestabilności endoprotezy stawu biodrowego. Aseptycznemu obluzowaniu uległo 19 panewek u 18 kobiet (7, 3%). Wewnątrzprotezowe zwichnięcie wystąpiło czterokrotnie, w dwóch przypadkach łącznie z obluzowaniem panewki. Rewizja części wymagana była w przypadku panewki Avantage (9, 5%; 17 spośród 179) w porównaniu z panewką Avantage Reload (2, 5%; 2 spośród 80), jednak obserwowane różnice nie osiągnęły poziomu statystycznej znamienności. Prawdopodobieństwo przeżycia panewki Avantage wynosiło po 5 latach: 0, 94 oraz po 8 latach: 0, 86.

**Wnioski.** 1. Zastosowanie panewki Avantage zmniejsza ryzyko pooperacyjnej niestabilności stawu. 2. Pacjenci, u których zastosowano bezcementową panewkę Avantage powinni być ściśle obserwowani pod kątem jej aseptycznego obluzowania.

**Słowa kluczowe:** staw biodrowy, endoprotezoplastyka, panewka z podwójnym ruchem, zwichnięcie, czynniki ryzyka, powikłania

### SUMMARY

**Background.** The aim of the study was to assess total hip arthroplasty procedures using the cementless Avantage cup in women with additional risk factors for postoperative hip instability.

**Material and methods.** A total of 280 cementless Avantage and Avantage Reload cups were implanted in 260 women aged between 29 and 79 years (60.9 years on average) in the years 2004–2010. In 217 women, there was at least one additional risk factor for prosthesis dislocation. The survival of the cup was assessed by using the necessity of cup replacement as an endpoint of the study. The statistical analyses used the Fisher test to assess the difference in the necessity of revision surgery between the Avantage and Avantage Reload cups, and the Kaplan Meier method was used to evaluate the effective functioning time of the prosthesis. Additionally, tests were conducted on the surface layer of 2 not used and 4 removed cups.

**Results.** 239 patients (259 arthroplasties) were subjected to the final examination. The follow-up period ranged from 2.7 to 9.7 years, 7.0 years on average. None of the patients demonstrated postoperative prosthesis instability. Aseptic loosening was observed in 19 cups in 18 women (7.3%). Intra-prosthetic dislocation occurred 4 times, and in two cases it was combined with loosening of the cup. Revision surgery was required more often in patients with the Avantage cup (9.5%, 17 out of 179) in comparison to the Avantage Reload (2.5%, 2 out of 80). However, the observed differences did not reach the level of statistical significance. The cumulative survival rate of the Avantage cup was 0.94 at 5 years and 0.86 at 8 years.

**Conclusions.** 1. Avantage cups reduce the risk of postoperative hip instability. 2. Patients with cementless Avantage cups should be closely monitored for signs of aseptic loosening.

**Key words:** hip, arthroplasty, dual mobility cup, dislocation, risk factors, complications

## WSTĘP

Aloplastyka stawu biodrowego jest obecnie najbardziej efektywną metodą leczenia pierwotnych i wtórnych zmian deformacyjnych stawu biodrowego, jak również złamań i zaburzeń zrostu szyjki kości udowej. Wprowadzanie nowych technik operacyjnych oraz rozwój nowoczesnych endoprotez nie chroni od wczesnych i późnych powikłań. Po aseptycznym obluzowaniu endoprotezy, drugim najczęściej występującym powikłaniem jest niestabilność sztucznego stawu. Wczesna niestabilność po aloplastyce pierwotnej stawu biodrowego oceniana jest w zakresie 2% – 3% [1]. Znanych jest wiele, niezależnych od chirurga, czynników ryzyka pooperacyjnej niestabilności stawu biodrowego. Powikłanie to częściej występuje u chorych w podeszłym wieku, z zaburzeniami neurologicznymi, psychicznymi, uzależnieniem alkoholowym, po wcześniejszych zabiegach stawu biodrowego [2-5]. Pooperacyjna niestabilność stawu biodrowego występuje dwukrotnie częściej u operowanych kobiet. Jednym z czynników wpływających na pooperacyjną stabilność sztucznego stawu biodrowego jest budowa endoprotezy: geometria komponentu udowego, wielkość głowy oraz stosunek szyjki do głowy [6-10]. W 1974 roku prof. Bosquet i inż. Rambert przedstawili koncepcje nowej endoprotezy stawu biodrowego składającej się ze sferyczno-cylindrycznej, pressfitowej panewki oraz dużej głowy będącej połączeniem 2 elementów, z możliwością ruchu pomiędzy nimi (dual mobility concept) [10]. Oba te elementy łączy się śródoperacyjnie za pomocą specjalnego urządzenia, wciskając metalową małą główkę w otwór dużej polietylenowej głowy o kształcie 5/8 kuli. Koncepcja głowy z podwójnym ruchem zakłada zwiększenie stabilności sztucznego stawu z zachowaniem pooperacyjnego zakresu ruchu zbliżonego do fizjologicznego, poprzez połączenie dwóch powierzchni stawowych; większej pomiędzy metalową pressfitową panewką i polietylenową głową (interferencyjnym wkładem) i mniejszej pomiędzy wewnętrzną powierzchnią polietylenowego interferencyjnego wkładu a metalową głową. Uzyskuje się 2 artykulacje z tym samym centrum rotacji. Z powodu różnicy momentu gnącego, podstawowy ruch odbywa się pomiędzy metalową głową a interferencyjnym wkładem. Gdy podczas ruchu szyjka trzpienia endoprotezy wchodzi w kontakt z interferencyjnym wkładem, rozpoczyna się jego ruch w obrębie metalowej panewki. Panewka Bousqueta zyskała dużą popularność zwłaszcza na terenie Francji, nie tylko w pierwotnej aloplastyce stawu biodrowego, lecz również w leczeniu powikłań endoprotezoplastyki stawu biodrowego, zwłaszcza niestabilności [11-16]. W styczniu 2004 roku rozpoczęto implantacje panewek Bo-

## BACKGROUND

Total hip arthroplasty is currently the most effective treatment method for primary and secondary osteoarthritis of the hip, as well as for neck of femur fractures and nonunion. The development of new operative techniques and prostheses has not eliminated early and late complications. Besides aseptic loosening, prosthetic instability is the second most common complication. The rate of early instability resulting from primary hip arthroplasty has been estimated at 2%-3% [1]. There are many risk factors for postoperative hip instability that are not related to the surgeon. This complication occurs more often in elderly patients, patients with neurological disorders or mental health problems, alcohol abuse, and a history of hip joint surgery [2-5]. Postoperative hip instability is twice as common in women as in men. One factor influencing postoperative hip stability is prosthesis design: geometry of the femoral component, the size of the head and the head-neck ratio [6-10]. In 1974, Professor Bousquet and engineer Rambert presented the concept of a new hip prosthesis composed of a spherico-cylindrical press-fit cup and a large head consisting of two movable elements (dual mobility concept) [10]. Both elements were joined intra-operatively with the help of a special tool, by forcing a small metal head into a slot of a big polyethylene liner in the shape of 5/8 of a sphere. The idea of a dual-mobility head is supposed to increase the stability of the prosthetic joint and maintain a postoperative range of movement similar to the physiological one by joining two articulations: a large one, located between the metal press-fit cup and the polyethylene liner, and a small one, located between the inner surface of the polyethylene liner and the metal head. The result is two articulations with the same rotation centre. Due to the difference in the bending motion, the basic movement occurred between the metal head and the polyethylene liner. During movement, when the neck of the prosthesis stem came into contact with the polyethylene liner, the component began to move within the metal cup. The Bousquet cup became very popular, especially in France, not only in primary total hip arthroplasty but also in the treatment of hip arthroplasty complications, particularly instability [9-14]. Since January 2004, Bousquet cups have been implanted by us in women with additional risk factors for postoperative hip instability [15]. Avantage cups had been used till December 2008, and after they were withdrawn by the manufacturer, Avantage Reload cups were used. The aim of our study was to assess total hip arthroplasty using cementless Avantage cups in women with additional risk factors of postoperative hip instability.

usqueta u kobiet z dodatkowymi czynnikami ryzyka wystąpienia pooperacyjnej niestabilności stawu biodrowego [17]. Do grudnia 2008 roku stosowano system panewek Avantage, a następnie, po ich wycofaniu przez producenta, Avantage Reload. Celem pracy była ocena aloplastyki stawu biodrowego z wykorzystaniem bezcementowej panewki Avantage i Avantage Reload u kobiet z dodatkowymi czynnikami ryzyka pooperacyjnej niestabilności protezy.

## MATERIAŁ I METODY

Od stycznia 2004 do grudnia 2010 implantowano 280 bezcementowych panewek systemu Avantage. Operowano 260 kobiet (20 z nich obustronnie), w wieku od 29 do 79, średnia wieku wynosiła 60,9 lat. Wskazania do operacji przedstawiono w Tabeli 1. W 194 aloplastykach zastosowano bezcementową panewkę Avantage wykonaną ze stali austenitycznej chromowo-niklowo-molibdenowej zgodnej z normą ISO-5832-9, której zewnętrzną powierzchnię napyłono warstwą hydroksyapatytu. W 4 aloplastykach zastosowano jej wersję Avantage Tripod z możliwością dodatkowej stabilizacji bolcami i śrubą. Po wprowadzeniu w grudniu 2008 roku nowej panewki Avantage Reload, wykonanej ze stali austenitycznej pokrytej porowatą warstwą tytanu i napyłonej hydroksyapatytem, zastosowano ją w 82 aloplastykach. Ruchomy polietylenowy wkład wykonany był z polietyleny (UHMWPE) sterylizowanego promieniowaniem gamma. W zależności od wielkości zastosowanej panewki, w 132 aloplastykach zastosowano głowę 22,2 mm (panewki o rozmiarach 44 mm – 48 mm), a w 148 wielkości 28 mm (panewki 50 mm i większe). U 217 kobiet występował przynajmniej 1 dodatkowy czynnik ryzyka zwichnięcia endoprotezy (wiek powyżej 75 lat, towarzyszące choroby neurologiczne, psy-

## MATERIAL AND METHODS

Between January 2004 and December 2010, we implanted 280 cementless Avantage cups. We operated on 260 women, 20 of whom had bilateral procedures. The women were aged from 29 to 79 years (60.9 years on average). The indications for surgery are presented in Tab. 1. The cementless Avantage cup made out of austenitic chrome-nickel-molybdenum steel in accordance with the ISO - 5832-9 standard, with the external surface sprayed with a hydroxyapatite layer, was used in 194 arthroplasties. The Avantage Tripod version, enabling additional stabilisation through the use of two Morse taper pegs and a screw, was used in 4 arthroplasties. Since the new Avantage Reload cup was introduced in December 2008, it has been used in 82 arthroplasties. The cup was made of austenitic steel, coated with a porous layer of titanium and sprayed with hydroxyapatite. The mobile polyethylene liner was made out of polyethylene (UHMWPE) sterilized by gamma irradiation. Depending on the size of the cup, 22.2 mm heads (for cups of sizes between 44 mm and 48 mm) were used in 132 arthroplasties, and 28 mm heads (cups of sizes 50 mm and larger) in 148 arthroplasties. In 217 women there was at least one additional risk factor for prosthesis dislocation (age 75 years or older, neurological or mental disor-

Tab. 1. Wskazania do aloplastyki stawu biodrowego

Tab. 1. The indications for hip arthroplasty

Rozpoznanie przedoperacyjne/ Preoperative diagnoses	Liczba pacjentów/ Number of patients
Pierwotne zmiany zwyrodnieniowo – wytwórcze/ Primary osteoarthritis	174
Artroza będąca następstwem rozwojowej dysplazji stawu biodrowego lub jej leczenia/ Osteoarthritis secondary to developmental dysplasia of the hip or its treatment	49
Złamanie lub staw rzekomy szyjki kości udowej / Fracture or nonunion of femoral neck	21
Choroba Otto – Chroboka/ Protrusio acetabuli	19
Aseptyczna martwica głowy kości udowej/ Avascular necrosis of femoral head	10
Pourazowa artroza/ Post-traumatic arthrosis	1
Niestabilność endoprotezy stawu biodrowego/ Prosthetic instability	5
Obluzowanie endoprotezy Austine Moore'a/ Loosening of Austine Moore hemiprosthesis	1

chiczne, alkoholizm, uprzednie zabiegi operacyjne stawu biodrowego, niewydolność mięśni odwodzących, rozwojowa dysplazja stawu biodrowego, złamanie szyjki kości udowej). Przedoperacyjny stan kliniczny chorych określono wg skali Merle D'Aubigne i Postela [18]. U 116 kobiet zabieg wykonano z bocznego dojścia Hardinge'a, a u 164 z tylnobocznego. U wszystkich chorych prowadzono profilaktykę p-zakrzepową stosując drobnocząsteczkowe heparyny. Każda chora otrzymywała profilaktycznie 3 dawki Cefuroksymu po 1,5 g. Chore pionizowano w pierwszej lub w drugiej dobie po operacji zlecając chodzenie z asekuracją kul, z pełnym obciążaniem operowanej kończyny. Chore wypisywano do domu od 4 do 12 doby po operacji, średnio w 8 dniu. Kontrole ambulatoryjne, którym towarzyszyło badanie kliniczne i radiologiczne, odbywały się w 2 i 6 miesiącu po operacji, a następnie co 2 lata. Na radiogramach oceniano wszelkie zmiany w ustawieniu panewki oraz występowanie radioprzeziernych linii w trzech strefach wg DeLee i Charnleya [19,20]. Przeżywalność panewki oceniano w ostatnim badaniu klinicznym, określając jako punkt końcowy konieczność jej wymiany. W analizach statystycznych wykorzystano dokładny test Fishera celem oceny różnicy w konieczności rewizji panewki Avantage i Avantage Reload. Metodę Kaplana-Meiera zastosowano w oszacowaniu czasu sprawnego działania endoprotezy. Celem określenia konieczności rewizji endoprotezy, w kolejnych latach zastosowano model regresji logistycznej wykorzystując krzywą Kaplana-Meiera. Usunięte podczas zabiegu rewizyjnego panewki gromadzono i przekazano do badań. Wykonano badania makroskopowe powierzchni, topografii powierzchni z analizą składu chemicznego oraz pomiary chropowatości powierzchni 4 panewek usuniętych po 16, 29, 39 i 84 miesiącach oraz 2 nieimplantowanych. Do oceny stanu powierzchni wykorzystano mikroskop stereoskopowy SteREO Discovery V8 firmy Zeiss z oprogramowaniem AxioVision. Do badania składu chemicznego biomateriału wykorzystano optyczny spektrometr emisyjny GDS500. Pomiar chropowatości został wykonany metodą pomiaru stykowego za pomocą profilografometru Surtronic 3+ firmy Tylor Hobson Precision.

ders, alcohol abuse, prior hip surgeries, insufficiency of abductor muscles, developmental hip dysplasia, femoral neck fracture). The patients' pre-operative clinical condition was evaluated in accordance with the Merle d'Aubigné-Postel scoring system [18]. The Hardinge lateral approach was used in 116 women, and a postero-lateral approach in 164 women. Anti-thrombotic prophylaxis was provided in all patients by administering low-molecular-weight heparins. Each patient received prophylactically 3 doses of 1.5 g Cefuroxime. The women were mobilised on the first or second postoperative day, and were allowed immediate full weight-bearing with crutches. They were discharged between post-operative days 4 and 12, after 8 days on average. Follow-up visits took place in the 2<sup>nd</sup> or 6<sup>th</sup> month after the surgery, and then biannually. Any changes in the cup's position were analysed in radiographs and radiolucent lines were assessed according to De Lee and Charnley [19,20]. The survival rate of the cup was assessed at the last follow-up by choosing the necessity of revision of a loosened cup as the study's endpoint. The Fisher Test was used to assess the difference in the necessity of revision surgery between Avantage and Avantage Reload cups. The Kaplan-Meier estimate was used to evaluate the effective functioning time of prosthesis. The necessity of revision arthroplasty in consecutive years was assessed by a logistic regression model using the Kaplan-Meier estimate. The cups removed during revision surgery were collected and examined. Macroscopic surface tests, surface topography tests with the chemical composition analysis and roughness measurements were conducted on 4 cups removed at 16, 29, 39 and 84 months post-surgery, respectively, as well as on 2 non-implanted cups. A Zeiss SteREO Discovery V8 stereomicroscope with AxioVision software was used to assess the condition of the surface. A GDS500 optical emission spectrometer was used to determine the chemical composition of the biomaterial. Roughness was measured by contact method with Tylor Hobson Precision's Surtronic 3+ profilometer.

Tab. 2. Obluzowanie panewki wymagające rewizji

Tab. 2. Loosening of the cup requiring surgery

	Avantage	Avantage Reload
Liczba endoprotezoplastyk/ Number of arthroplasty procedures	179	80
Liczba rewizji/ Number of revision procedures	17 (9, 5%)	2 (2, 5%)

## WYNIKI

W latach 2004-2010 implantowano 280 bezcemen-  
towych panewek systemu Avantage i Avantage Reload  
u 260 kobiet. Do pooperacyjnej, ambulatoryjnej kontroli  
nie zgłosiło się 7 chorych. U 12 chorych (13 alo-  
plastyk) podczas pierwszej i jedynej kontroli przepro-  
wadzono badanie kliniczne i radiologiczne, które wy-  
kazało prawidłową funkcję operowanego stawu. U  
jednej operowanej przez nas chorej, w 14 miesiącu  
od operacji doszło do zapalenia okolicy kaletki krę-  
tarza większego. Dalsze leczenie tej chorej prowa-  
dzono poza naszym ośrodkiem. Powyższe 21 alo-  
plastyk zostało wyłączone z ostatecznej analizy. Końco-  
wemu badaniu poddano 239 chorych (259 alo-  
plastyk). W okresie okołoperacyjnym nie obserwowano  
powierzchnowych i głębokich zakażeń, z wyjąt-  
kiem jednej wielokrotnie uprzednio operowanej cho-  
rej, u której wystąpiła powierzchowna martwica rany  
operacyjnej wymagająca wykonania plastyki skóry.  
U 12 chorych wystąpiły objawy zakrzepowego zapa-  
lenia żył wymagające modyfikacji leczenia przeciw-  
zakrzepowego. Okres obserwacji wynosił od 2, 7 do  
9, 6 lat średnio 7,0 lat. W okresie obserwacji zmar-  
ły 2 pacjentki – zgony te nie były związane z przeby-  
tym zabiegiem endoprotezoplastyki. U żadnej chorej  
nie obserwowano pooperacyjnej niestabilności stawu  
biodrowego. Stan kliniczny chorych przed operacją,  
oceniany wg skali Merle D'Aubigne i Postela wyno-  
sił od 3 do 14 pkt., średnio 8, 6 pkt. Podczas ostatnie-  
go badania wzrósł od 6 do 18 pkt, średnio 16, 1 pkt.  
W okresie obserwacji obluźowaniu uległo 19 pane-  
wek u 18 kobiet (7, 3%). U jednej pacjentki przyjętej  
z wewnątrzpanewkowym zwicnięciem rozpoznano  
obluźowanie panewki Avantage drugiego biodra  
(Ryc. 1). Obie panewki wymieniono w odstępie 3 mie-  
sięcy. Wewnątrzprotezowe zwicnięcie towarzyszą-

## RESULTS

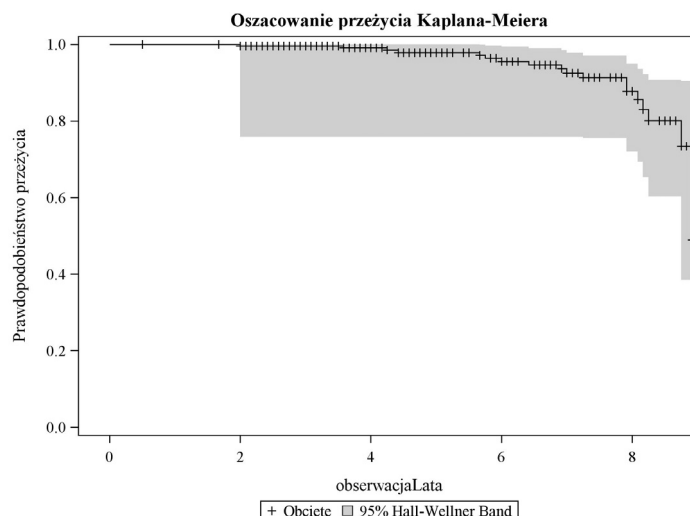
A total of 280 cementless Avantage and Avantage  
Reload cups were implanted in 260 women between  
2004 and 2010. Seven patients did not come for  
a postoperative, outpatient follow-up visit. Clinical  
and radiological examinations which revealed good  
function of the operated joint were performed in 12  
patients (13 arthroplasties) during their first and only  
follow-up visit. One patient developed trochanteric  
bursitis at 14 months post-surgery. Further treatment  
of the patient was conducted at another centre. The  
above patients (21 arthroplasties) were excluded from  
the final analysis. The final examination was con-  
ducted in 239 patients (259 arthroplasties). No super-  
ficial or deep infections were observed in the peri-  
operative period with the exception of superficial ne-  
crosis of the surgical wound which needed skin graft  
in one patient who had had several prior surgeries.  
Signs of thrombophlebitis which required a modifi-  
cation of anticoagulant therapy were observed in 12  
patients. The follow-up period was between 2.7 and  
9.7 years, 7.0 years on average. Two patients died  
during the follow-up period. The deaths were not  
related to the hip arthroplasty. Postoperative hip  
instability was not observed in any of the patients.  
The patients' clinical condition before surgery was  
assessed according to the Merle d'Aubigné-Postel  
scoring system. The score ranged from 3 to 14 points,  
8.6 points on average. By the final examination it had  
increased from 6 to 18 points, 16. 1 points on ave-  
rage. In the follow-up period, 19 cups loosened in 18  
patients (7. 3%). Aseptic loosening of the Avantage  
cup in the contralateral hip was diagnosed in one  
patient admitted on account of intra-prosthetic dis-  
location (Fig. 1). Both cups were replaced with an  
intraoperative interval of 3 months. Intra-prosthetic



Ryc. 1. Obustronne, aseptyczne obluźowanie panewki Avantage z wewnątrzprotezowym zwicnięciem po prawej  
Fig. 1. Bilateral aseptic loosening of the Avantage cups with intra-prosthetic dislocation in the right hip

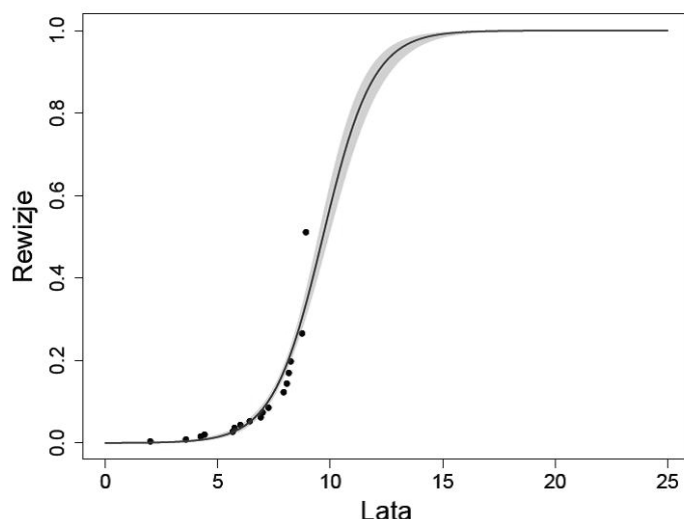
ce obłuzowaniu panewki stwierdzono dwukrotnie. U 2 chorych z wewnątrzpanewkowym zwichnięciem zniszczeniu uległ wyłącznie interferencyjny wkład. Powikłanie to wystąpiło w 58 i 87 miesiącu po operacji. Zabieg rewizyjny polegał na wymianie wkładu. Rewizja częściej wymagana była w przypadku panewki Avantage (9, 5%; 17 spośród 179) w porównaniu z panewką Avantage Reload (2, 5%; 2 spośród 80), jednak obserwowane różnice nie osiągnęły poziomu statystycznej znamienności ( $p = 0,07$ ; dokładny test Fishera). Okres od założenia do wymiany panewki wynosił od 16 do 84 miesiący, średnio 55, 5 miesiąca. Ocenę „przeżycia” panewki Avantage określono w oparciu o krzywą Kaplana-Meiera i przedstawiono na Rycinie 2. Podjęto również próbę oszacowania konieczności rewizji endoprotezy w kolejnych latach. Oszacowano prawdopodobieństwo przeżycia wraz z 95% przedziałem ufności (95% CI) po: 5 latach: 0, 94 (95% CI: 0, 89 – 0, 97) oraz po 8 latach: 0, 86 (95% CI: 0, 76 – 0, 91). Na podstawie zastosowanego modelu regresji logistycznej stwierdzono, iż po około 13 latach można się spodziewać konieczności rewizji panewek Avantage w 50% przypadków. Wykres przedstawiający krzywą regresji logistycznej wraz z 95% korytarzem ufności zamieszczono na Rycinie 3. Makroskopowe badanie usuniętych podczas zabiegu rewizyjnego panewek wykazało brak zarówno warstwy hydroksyapatytu, jak i tkanki kostnej przerośniętej do zewnętrznej warstwy powierzchniowej. Zaobserwowano, iż prawie całkowita resorpcja warstwy hydroksyapatytu następuje po około 29 miesiącach od implantacji. Panewka usunięta po 16 miesiącach posiadała na powierzchni tylko niewielkie obszary, w których hydroksyapatyt uległ resorpcji. Analiza hydroksyapa-

dislocation together with aseptic loosening of the cup occurred twice. In the 2 patients with intra-prosthetic dislocation, only the polyethylene liner was damaged. This complication occurred at 58 and 87 months post-surgery. The revision surgery consisted in replacing the liner. Revision surgery was required more often in the case of Avantage cup (9. 5%; 17 out of 179) in comparison to the Avantage Reload (2. 5%; 2 out of 80). However, the observed differences did not reach statistical significance ( $p = 0. 07$ ; exact Fisher Test). The length of time between implantation and cup replacement ranged from 16 to 84 months, 55. 5 months on average. As shown in Fig. 2, the survival rate of Avantage cups was determined using the Kaplan-Meier estimate. The necessity of revision surgery related to the prosthesis in consecutive years was also estimated. The probability of survival was estimated with the 95% confidence interval (95% CI), which was 0.94 (95% CI: 0.89–0.97) after 5 years and 0.86 (95% CI: 0.76–0.91) after 8 years. Based on a logistic regression model, we concluded that after approximately 13 years Avantage cup revision should be expected in 50% of the cases. The linear regression curve with the 95% confidence interval is shown in Fig. 3. Macroscopic examination of the cups removed during the revision surgery showed the absence of the hydroxyapatite layer as well as no bone tissue ingrowth on the external surface layer. It was observed that nearly complete hydroxyapatite layer absorption occurred after approximately 29 months from implantation. Only small areas of hydroxyapatite resorption were seen on the cup removed after 16 months. The examination of hydroxyapatite on the non-implanted cups showed



Ryc. 2. Ocena „przeżycia” panewki Avantage w oparciu o krzywą Kaplana – Meiera

Fig. 2. Survival rate assessment of the Avantage cup in accordance to the Kaplan–Meier curve



Ryc. 3. Wykres przedstawiający próbę oszacowania konieczności rewizji endoprotezy w kolejnych latach w oparciu o model regresji logistycznej

Fig. 3. Diagram showing a tentative estimation of the necessity of revision arthroplasty in consecutive years based on a logistic regression model

tytu nieimplantowanych panewek wykazała, że na wytypowanych obszarach wielkość porów nie przekraczała  $100\ \mu\text{m}$ . Większość z nich charakteryzowała się wymiarem pomiędzy  $10$  a  $30\ \mu\text{m}$  i głębokością około  $15\ \mu\text{m}$ . Obserwacje w mikroskopie skaningowym wykazały, że zewnętrzna metalowa powierzchnia usuniętej z organizmu panewki charakteryzowała się mniejszym rozwinięciem, nie zaobserwowano na niej porów, stwierdzając jedynie płytkie wgłębienia i wzniesienia o szerokości około  $25\ \mu\text{m}$  i długości około  $50\ \mu\text{m}$ . Jedyne nieliczne wgłębienia przekraczały długość  $100\ \mu\text{m}$ . Największe zmierzone wgłębienie w warstwie powierzchniowej wytypowanego obszaru panewki wynosiło około  $26,6\ \mu\text{m}$ . Na żadnej z analizowanych panewek, zarówno w warstwie hydroksyapatytu, jak i materiału metalowego podłoża nie stwierdzono wrosniętej tkanki kostnej. Chropowatość powierzchni panewek usuniętych z organizmu po 29, 39 i 84 miesiącach wynosiła od  $Ra = 4,25\ \mu\text{m}$  do  $Ra = 6,33\ \mu\text{m}$  i była zbliżona do chropowatości panewki nieimplantowanej. Jedyne większe wartości  $Ra = 8,42\ \mu\text{m} - 9,88\ \mu\text{m}$  zaobserwowano dla panewki usuniętej z organizmu po 16 miesiącach, na której stwierdzono duże obszary występowania hydroksyapatytu.

## DYSKUSJA

Zwichnięcie endoprotezy jest nadal poważnym problemem aloplastyki stawu biodrowego. Określenie grupy chorych ze zwiększonym ryzykiem zwichnięcia i zastosowanie u nich odpowiedniego typu endoprotezy może zminimalizować wystąpienie tego

that the size of pores in the selected areas did not exceed  $100\ \mu\text{m}$ , with most pores having sizes between  $10$  and  $30\ \mu\text{m}$  and a depth of approximately  $15\ \mu\text{m}$ . Examination under a scanning microscope showed that the metal surface of the cup removed from the body was less developed, with no visible pores, but merely superficial cavities and elevations approximately  $25\ \mu\text{m}$  wide and  $50\ \mu\text{m}$  long. Only isolated cavities exceeded the length of  $100\ \mu\text{m}$ . The biggest cavity on the surface layer on the selected area of the cup measured approximately  $26.6\ \mu\text{m}$ . Bone tissue ingrowth was not observed in any of the cups analysed, both on the hydroxyapatite layer and metal substrate material. The surface roughness ( $Ra$ ) of the cups removed from the body at 29, 39 and 84 months post-surgery was from  $4.25\ \mu\text{m}$  to  $6.33\ \mu\text{m}$  and was similar to the roughness of the non-implanted cup. Greater values of  $Ra$  (from  $8.42\ \mu\text{m}$  to  $9.88\ \mu\text{m}$ ) were only observed in the cup removed from the body at 16 months, where significant areas of hydroxyapatite cover were observed.

## DISCUSSION

Prosthesis dislocation is still a major problem in total hip arthroplasty. The identification of the group of patients with increased risk of dislocation and employing an appropriate prosthesis type in such patients may minimize the occurrence of this complica-

powikłania. W tym celu u kobiet z dodatkowymi czynnikami ryzyka, operowanych w latach 2004-2010, zastosowano system panewek i głów Avantage i Avantage Reload. U żadnej z naszych operowanych tą metodą chorych nie doszło do zwichnięcia endoprotezy stawu biodrowego. Podobnie w retrospektywnych badaniach u 163 chorych (167 aloplastyk stawu biodrowego z użyciem cementowej lub bezcementowej panewki Bousqueta), u których występował przynajmniej 1 czynnik ryzyka niestabilności stawu biodrowego nie stwierdzono wczesnego lub późnego zwichnięcia endoprotezy [12]. Również wielośrodkowe badania 438 pierwotnych aloplastyk z użyciem panewki Bousqueta i okresem obserwacji wynoszącym średnio 17 lat (12-20) nie wykazały tego powikłania [11]. U 4 naszych chorych (w tym u dwóch z towarzyszącym obłuzowaniem panewki) obserwowaliśmy tzw. wewnątrz-protezoze zwichnięcie polegające na wysunięciu się metalowej głowy z interferencyjnego wkładu. Zużycie brzegu wejścia interferencyjnego wkładu zmniejsza jego właściwości retencyjne powstrzymujące przed wysuwaniem się metalowej głowy. Jedną z przyczyn zniszczenia retencyjnego brzegu są powtarzające się uderzenia szyjki o polietylenowy wkład. Ryzyko zwichnięcia wewnątrz-protezoze jest większe w aloplastykach, w których zastosowano duże panewki [10]. Philippot obserwował to powikłanie u 3, 6% pacjentów średnio 8, 9 lat po aloplastyce stawu biodrowego. Zwichnięcie wewnątrzprotezoze jest bardziej prawdopodobne przy zastosowaniu głów 22, 2 mm i trzpieni z szerokimi stożkowymi szyjkami średnicy 12/14 mm oraz oryginalnych polietylenowych wkładów Bousqueta [12]. Po modyfikacji endoprotezy polegającej na zmianie szyjki na wypolerowany stożek o średnicy 10/12 z kątem szyjkowo trzonowym wynoszącym 137° i zastosowaniu polietylenowego wkładu posiadającego wcięcie zapobiegające konfliktowi z szyjką, ci sami autorzy nie obserwowali tego powikłania [12]. Często zwichnięcie wewnątrzprotezoze wiąże się z obłuzowaniem panewki endoprotezy, jednak wcześniej wykryte jest łatwe do chirurgicznego zaopatrzenia i polega na wymianie wkładu, tak jak to miało miejsce u 2 naszych pacjentek [10]. W grupie 259 aloplastyk wykonanych w naszym ośrodku i poddanych obserwacji, aż 19 wymagało rewizji z powodu aseptycznego obłuzowania panewki. Powikłanie to częściej dotyczyło panewki Avantage – grupy z większą ilością implantacji i dłuższym okresem obserwacji. Guyen u 163 (167 aloplastyk) chorych z okresem obserwacji wynoszącym średnio 40,2 miesiące, nie stwierdził obłuzowań panewki [12]. W serii 384 aloplastyk ze średnim okresem obserwacji wynoszącym 15, 3 lat (od 12 – do 20), Philippot zaobserwował 13 aseptic

tion. For this purpose, Avantage and Avantage Reload cup and head systems were used in women with additional risk factors for this complication in the years 2004-2010. Prosthesis dislocation was not observed in any of our patients operated on using this method. Similarly, a retrospective study of 163 patients (167 total hip arthroplasties using cemented or cementless Bousquet cup) with at least one hip instability risk factor did not reveal early or late prosthesis dislocation [12]. A multicentre study of 438 primary hip arthroplasties using the Bousquet cup with a mean follow-up period of 17 years (12-20) also did not record this complication [11]. In our study, 4 patients (including 2 with aseptic loosening of the cup) demonstrated so called intra-prosthetic dislocation which consisted in the metal head being pushed out of the polyethylene liner. The wearing of the entrance rim of the polyethylene liner reduces its retentive properties that prevent the metal head from being pushed out. Repetitive strokes of the neck against the polyethylene liner are one of the causes underlying retentive rim damage. The risk of intra-prosthetic dislocation is greater if a big cup is used [10]. Philippot found this complication in 3.6% (14 in 384 arthroplasties) of patients on average during 8.9 years (4-16) after hip primary hip arthroplasty. Intra-prosthetic dislocation is more likely with 22. 2 mm heads and stems that have conical necks 12/14 mm in diameter and original polyethylene Bousquet liners [12]. The same authors did not record the complication after modifying the prosthesis by replacing the neck with a polished cone 10/12 mm in diameter with a neck-shaft angle of 137° and using a polyethylene liner with a chamfer to prevent neck impingement [12]. Intra-prosthetic dislocation is often associated with prosthesis cup loosening. However, if detected early, it can be easily managed surgically by replacing the liner, as was the case with 2 of our patients [10]. Out of the group of 259 arthroplasties conducted and followed up at our facility, 19 required revision due to aseptic loosening of the cup. This complication was more common in Avantage cup users, a group with a higher rate of implantations and longer follow-up times. Guyen did not diagnose aseptic cup loosening in 163 (167 arthroplasties) patients with a mean follow-up duration of 40.2 months [12]. In a series of 384 arthroplasties with a mean follow-up of 15.3 years (range: 12 to 20), Philippot recorded 13 cases of aseptic cup loosening. The survival of the cup was 95.9% ± 4.1% when the endpoint was a revision resulting from aseptic cup loosening (the authors did not include 14 intra-articular dislocations and 7 cases of damage due to polyethylene liner wear) (14). Vielpeau reported 15 cases of aseptic



tycznych obluźowań panewki. Przeżywalność panewki wyniosła  $95,9\% \pm 4,1\%$ , gdy punktem końcowym była konieczność rewizji spowodowana jej obluźowaniem (autorzy w ocenie nie uwzględnili 14 zwichnięć wewnątrzprotezowych oraz 7 zniszczeń ze zużycia polietylenowych wkładów) [14]. Vielpeau w grupie 437 alopastyk z użyciem oryginalnej panewki Bousqueta ze średnim okresem obserwacji 16, 5 lat, stwierdził 15 aseptycznych obluźowań z przeżywalnością panewki wg Kaplana-Meiera  $85,2\% \pm 4,4$  [12]. Ten sam autor w porównawczej grupie 231 nowych panewek (pokrytych dodatkowo warstwą hydroksyapatytu oraz o zmienionym kształcie z cylindryczno-sferycznego na sferyczny) nie stwierdził aseptycznego obluźowania w okresie średniej 5-letniej obserwacji [13]. Zaobserwowana przez nas podczas zabiegów rewizyjnych wygładzona, bez cech przerośnięcia tkanką kostną, zewnętrzna powierzchnia usuwanych panewek, skłoniła nas do ich przebadania. Cztery usunięte panewki poddano ekspertyzie prawidłowości wykonania ich warstwy powierzchniowej i jej ewentualnego wpływu na częstość obluźowań. Badania powierzchni panewek usuniętych z organizmu wykazały zbyt małą chropowatość (wielkość porów) wykazując jedynie płytkie wgłębienia i wzniesienia. Jednocześnie nie obserwowano przerośnięcia tkanki kostnej do zewnętrznej warstwy powierzchniowej panewek. Z doświadczeń klinicznych wynika, że przerost tkanki kostnej powinien rozpocząć się już po 6 tygodniach od implantacji, brak przerostu po tym czasie stanowi przyczynę obluźowania [21]. Wyniki pomiarów chropowatości 2 nieużytych do zabiegu panewek ujawniły mniejszą wartość parametru chropowatości ( $R_a = 5,14 - 5,40 \mu\text{m}$ ) niż podawana przez producenta ( $R_a > 12 \mu\text{m}$ ). Mała chropowatość może być przyczyną braku przerostu tkanki kostnej do podłoża. Analiza hydroksyapatytu nieimplantowanych przez nas panewek Avantage wykazała, że wielkość porów wynosiła 10 do  $30 \mu\text{m}$ , a głębokość około  $15 \mu\text{m}$ , tak więc zbyt małą do prawidłowego przerastania tkanką kostną. Istnieje ścisła korelacja pomiędzy wielkością porów a wrastaniem unaczynionej tkanki korowej do bioceramiki. Optymalne wrastanie następuje przy wielkościach w zakresie od 100 do  $150 \mu\text{m}$  [21,22]. Jakość biomechanicznej stabilności panewek pokrytych warstwą bioceramiki resorbowalnej, związana jest z adhezją napylanej warstwy hydroksyapatytowej oraz jej grubością i strukturą chemiczną i fazową, a także porowatością. Utworzenie międzywarstwy o wymaganej wytrzymałości na ścinanie z obecnością niezresorbowanej warstwy hydroksyapatytu na podłożu metalowym, gwarantuje optymalną trwałość zespolenia. Zbyt cienka warstwa i jej resorpcja powoduje zanik więzi kon-

tic loosening with a cup survival rate of  $85.2\% \pm 4.4$  (Kaplan-Meier) in a group of 437 arthroplasties using the original Bousquet cup with a mean follow-up period of 16.5 years [12]. In a comparison group of 231 new cups (additionally covered with a hydroxyapatite layer, and the shape changed from spherico-cylindrical to spherical), the same author did not observe aseptic loosening during a mean follow-up of 5 years [13]. The finding of a smoothed outer surface of the removed cups with no bone tissue ingrowth at revision surgery prompted us to examine these four cups. The surface layer was examined for signs of manufacturing faults and possible influence of such faults on loosening frequency. Examinations of the surface of the cups removed from the body showed insufficient roughness (pore size), with only superficial cavities and elevations. There was also no bone tissue ingrowth on the outer surface of the cups. Clinical experience shows that bone ingrowth should begin at 6 weeks after arthroplasty; the absence of bone ingrowth after this time point is a cause of loosening [21]. Measurements of surface roughness of the 2 unimplanted cups showed lower roughness ( $R_a = 5.14 - 5.40 \mu\text{m}$ ) than was claimed by the manufacturer ( $R_a > 12 \mu\text{m}$ ). Low roughness may be the reason for the absence of bone tissue ingrowth into the substrate. Analysis of the hydroxyapatite in the non-implanted Avantage cups indicates that the pore size ranged between 10 and  $30 \mu\text{m}$  and the depth was approximately  $15 \mu\text{m}$ , which was insufficient to provide for bone tissue ingrowth. There is a close correlation between pore size and the ingrowth of vascularised cortical bone tissue into the bioceramics, with optimal ingrowth at pore sizes in the range of 100-150  $\mu\text{m}$  [21,22]. The quality of biomechanical stability of cups covered with a resorbable bioceramic coating is connected with the adhesion of the deposited hydroxyapatite layer as well as its thickness and chemical and phase structure and roughness. The formation of an interlayer of the required shear strength with an unabsorbed hydroxyapatite layer present on the metal substrate guarantees optimal stability of the fracture fixation. A layer that is too thin and is resorbed weakens the strength of the connection between bone tissue and the bare metal substrate prone to reacting with ambient tissues and physiologic fluids, which induces metallosis [21-24]. The Avantage cups were made out of Cr-Ni-Mo steel, which is not a biomaterial recommended for long-term usage due to the risk of periprosthetic and general body reactions. The implantation of spherico-cylindrical cups is more difficult than implantation of spherical ones as it is more difficult to obtain primary stability with the former type [25]. The native aceta-



Ryc. 4. Usunięta panewka Avantage z wygładzoną zewnętrzną powierzchnią oraz interferencyjny wkład z widocznym mechanicznym uszkodzeniem polietylenu

Fig. 4. A removed Avantage cup with smoothed external surface and liner with visible mechanical polyethylene damage

taktowej tkanki kostnej z odsłoniętym podłożem metalowym podatnym na reakcje ze środowiskiem tkanek i płynów fizjologicznych, co inicjuje metalozę [21-24]. Panewki Avantage wykonane były ze stali Cr – Ni – Mo, która nie jest biomateriałem zalecanym do długotrwałego stosowania ze względu na ryzyko odczynów okołowszczepowych i reakcji ogólnych organizmu. Implantacja panewek sferyczno-cylindrycznych jest trudniejsza niż sferycznych, trudniej uzyskać w przypadku tych pierwszych pierwotną stabilność [25]. Często wymagane jest większe pogłębienie frezem naturalnej panewki tak, aby uzyskać kostne pokrycie wystającej bocznie cylindrycznej części panewki Bousqueta. Jednocześnie podczas naszych zabiegów rewizyjnych zwrócono uwagę na uszkodzenia polietylenowych wkładów interferencyjnych, które miały charakter uszkodzeń mechanicznych, niezwiązanych ze zużyciem polietylenu (Ryc. 4). Duża zewnętrzna powierzchnia polietylenu i związane z tym ryzyko większego zużycia polietylenu budzą pewne wątpliwości. Badania usuniętych podczas zabiegów rewizyjnych polietylenowych panewek wykazały, że objętościowe sumaryczne zużycie wklęsłych i wypukłych powierzchni polietylenu nie wykazuje różnic w porównaniu ze zużyciem w klasycznych artykulacjach polietylen – metal [26].

## WNIOSKI

1. Zastosowanie panewki Avantage i Avantage Reload zmniejsza ryzyko wystąpienia pooperacyjnej niestabilności sztucznego stawu.
2. Pacjenci, u których zastosowano bezcementową panewkę Avantage powinni być ściśle obserwowani pod kątem jej aseptycznego obluzowania.

bulum often needs to be further deepened with a reamer to obtain bone covering of the protruding lateral part of the cylindrical Bousquet cup. During the revision procedures, we observed polyethylene liner damage that was mechanical and not related to polyethylene wear (Fig. 4). The large outer surface of the polyethylene and the associated risk of greater polyethylene wear raise some doubt. Examination of polyethylene cups removed during revision surgeries showed that total volumetric wear of the convex and concave surfaces was not different from the wear of classic polyethylene-metal articulations [26].

## CONCLUSIONS

1. The use of Avantage and Avantage Reload cups in hip arthroplasty decreases the risk of postoperative instability.
2. Patients who have received the cementless Avantage cup should be closely monitored for signs of aseptic loosening of the cup.

**PISMIENICTWO/REFERENCES**

1. Berry DJ, von Knoch M, Schleck CD, Harmsen WS. The cumulative long – term risk of dislocation after primary Charnley total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg.* 2004; 86-A: 9-14.
2. Padgett DE, Warashina H. The unstable total hip replacement.: *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2004; 420: 72-9.
3. Werner BC, Brown TE. Instability after total hip arthroplasty. *World J Orthop.* 2012; 3(8): 122-30.
4. Kordasiewicz B, Rylski W, Zakrzewski P, Sawicki G, Orłowski J, Pomianowski S. Zwichnięcia całkowitych endoprotez stawu biodrowego. *Chir. Narz. Ruchu i Ortop. Pol.* 2005; 69(5): 325-30.
5. Golec E, Nowak S, Golec J, Abrowski, Jasiak - Tyrkalska B. Zwichnięcia endoprotez stawów biodrowych. *Chir. Narz Ruchu Ortop. Pol.* 2006 71(3): 187-91.
6. Gągała J, Mazurkiewicz T, Dajewski Z. Pierwotna całkowita bezcementowa endoprotezoplastyka stawów biodrowych – ceramika/ceramika i ceramika/polietylen XSPE z użyciem głów o dużej średnicy. Ocena 50 bioder po okresie średnio 40 miesięcy i przegląd piśmiennictwa. *Chir. Narz. Ruchu i Ortop. Pol.* 2001; 76(1): 14-20.
7. Dudda M, Gueleryuez A, Gautier E, Busato A, Roeder C. Risk factors for early dislocation after total hip arthroplasty: a matched case – control study. *J Orthop. Surg.* 2010; 18(2): 179-83.
8. Bouchet R, Mercier N, Saragaglia D. Posterior approach and dislocation rate: A 213 total hip replacement case – control study comparing the dual mobility cup with a conventional 28 – mm metal head/polyethylene prosthesis. *Orthop Traumatol Surg Res* 2011; 97: 2-7.
9. Plate JF, Seyler TM, D Alex Stroth DA, Issa K, Akbar M, Mont MA. Risk of dislocation using large – vs. small – diameter femoral heads in total hip arthroplasty. *BMC Research Notes* 2012; 5: 553. <http://www.biomedcentral.com/1756-0500/5/553>.
10. Philippot R, Adam P, Farizon F, Fessy MH, Bousquet G. Survival of cementless dual mobility sockets: ten-year follow-up. *Rev. Chir. Ortop. Reparatrice Appar. Mot.* 2006; 92(4): 326-31.
11. Philippot R, Farizon F, Camilleri JP, et al. Survival of cementless dual mobility socket with a mean 17 years follow-up. *Rev Chir. Ortop. Reparatrice Appar. Mot.* 2008; 94(8): 23-7.
12. Guyen O, Pibarot V, Wegrzyn J, Chevillotte C, Carret JP, Béjui - Hugues J. The use of dual mobility implants for primary total hip replacements in patients at risk for dislocation. *Journées Lyonnaises de Chirurgie de la Hanche* 2008: 163-70.
13. Vielpeau C, Lebel B, Ardouin L, Burdin G, Lautridou C. The dual mobility socket concept: experience with 668 cases. *Int Orthop.* 2011; 35: 225-30.
14. Philippot R, Camilleri JP, Boyer B, Adam P, Farizon F. The use of a dual - articulation acetabular cup system to prevent dislocation after primary total hip arthroplasty: analysis of 384 cases at a mean follow-up of 15 years. *Int Orthop.* 2009; 33: 927-32.
15. Guyen O, Pibarot V, Vaz G, Chevillotte C, Béjui-Hugues J. Use of a dual mobility socket to manage total hip arthroplasty instability. *Clin. Orthop.* 2009; 467(2): 465–72.
16. Philippot R, Adam P, Reckhaus M, Delangle F, Verdote FX. Prevention of dislocation in total hip revision surgery using a dual mobility cup. *Orthop and Traumatol Surg and Res* 2009; 95: 407-13.
17. Semenowicz J, Koczy B, Czuma P, Pijet B, Olszewski T, Walo R. System Avantage – panewka z podwójnym ruchem w alopastyce stawu biodrowego. *Chir. Narz. Ruchu i Ortop. Pol.* 2007; 72(1): 33-6.
18. Merle D'Aubigne R, Postel M. Functional results of hip arthroplasty with acrylic prosthesis. *J Bone Joint Surg.* 1954; 36(3): 451-75.
19. Engh CA, Massin P, Suthers E. Roentgenographic assessment of biologic fixation of porous-surfaced femoral components. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1990; 257: 107-28.
20. DeLee JS, Charnley J. Radiologic demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1976; 121: 20-32.
21. Marciniak J. *Biomateriały*. Gliwice: Wyd. Pol. Śląskiej; 2013: 337-48.
22. Ślósarczyk A. *Biomateriały ceramiczne [w]: M. Nałęcz: Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna 2000, t. 4, Biomateriały. Warszawa: Akademia Oficyna Wydawnicza EXIT; 2003: 99-156.*
23. Park J. *Bioceramics*, Springer Science + Business Media, LCC 2008: 183-225.
24. Joschek S, Nies B, Krotz R, Göpferich A. Chemical and physicochemical characterization of porous hydroksyapatite ceramics made of natura bone. *Biomaterials* 2000; 21: 1645-58.
25. Massin P, Orain V, Philippot R, Farizon F, Fessy MH. Fixation failures of dual mobility cups: A mid-term study of 2601 hip replacements. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2012; 470: 1932-40.
26. Adam P, Farizon F, Fessy M. H. Dual mobility retentive acetabular liners and wear: Surface analysis of 40 retrieved polyethylene implants. *Orthop and Traumatol Surg and Res* 2014; 100: 85-91.

Liczba słów/Word count: 6619

Tabele/Tables: 2

Ryciny/Figures: 4

Piśmiennictwo/References: 26

*Adres do korespondencji / Address for correspondence*

Jacek Semenowicz, Samodzielny Publiczny Wojewódzki Szpital Chirurgii Urazowej  
im. Dr Janusza Daaba w Piekarach Śląskich, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Bytomska 62  
tel./fax: +48 (32) 393-43-31, e-mail: jsemenowicz@op.pl

Otrzymano / Received 20.12.2013 r.  
Zaakceptowano / Accepted 09.04.2014 r.