

Migracja endoprotezy krótkotrzeniowej stawu biodrowego w okresie pooperacyjnym

Postoperative Migration of Short Stem Prosthesis of the Hip Joint

Paweł Kamiński^(A,B,C,D,E), Jakub Szmyd^(B,D,E,F), Jarosław Ambroży^(B,D,E),
Wojciech Jurek^(B,D,E)

Krakowskie Centrum Rehabilitacji i Ortopedii, Kraków, Polska
Cracow Rehabilitation Centre, Cracow, Poland

STRESZCZENIE

Wstęp. Alopastyka stawu biodrowego jest powszechnie stosowaną procedurą dającą przewidywalne, długotrwałe dobre wyniki. Endoprotezy krótkotrzeniowe pozwalają zachować nienaruszoną jamę szpikową oraz część bliższą trzonu. Wykazano, że w porównaniu do endoprotez ze standardowym trzpieniem, dają lepsze wyniki kliniczne. Celem pracy była ocena migracji trzpienia endoprotezy stawu biodrowego Proxima. Migrację określano jako zmianę kąta położenia trzpienia w kierunku szpotawości.

Materiał i metody. Do badania włączono grupę 164 chorych (83 kobiety, 81 mężczyzn) operowanych w latach 2007-2012 w Krakowskim Centrum Rehabilitacji i Ortopedii, u których wykonano alopastyki przy użyciu 185 endoprotez typu Proxima.

Wyniki. Poddano analizie radiologicznej serię trzech zdjęć wykonanych u każdego chorego w dobie „0”, po 6 i po 12 miesiącach. Stwierdzono migrację w kierunku szpotawego ustawienia trzpienia w okresie obserwacji. Wykazano korelację pomiędzy zmianą kąta szpotawego położenia endoprotezy a czasem obserwacji. Po 12 miesiącach średnia zmiana kąta szpotawości wynosiła 8,21°. Wykazano istotną statystycznie różnicę w kącie szpotawego położenia endoprotezy w zależności od płci pacjenta. Po 12 miesiącach, zmiana łączna wynosiła u kobiet 6,82°, a u mężczyzn 9,65°. Nie wykazano istotnej korelacji pomiędzy BMI pacjenta, wiekiem pacjenta oraz sumaryczną długością szyjki stosowanego implantu a progresją kąta szpotawego położenia endoprotezy.

Wnioski. 1. Implant krótkotrzeniowy Proxima ulega największemu przemieszczeniu w kierunku szpotawości w okresie pierwszych 6 miesięcy od założenia. 2. Zmiana kąta szpotawego położenia endoprotezy zależna jest od wyjściowego osadzenia endoprotezy oraz płci. 3. Zmiana kąta szpotawego położenia endoprotezy nie jest zależna od wieku chorego oraz BMI.

Słowa kluczowe: endoproteza krótkotrzeniowa, całkowita alopastyka stawu biodrowego, migracja trzpienia endoprotezy

SUMMARY

Background. Hip replacement surgery is a popular procedure that provides predictable, long-lasting and good effects. The use of short stem prostheses helps preserve an intact medullary cavity and proximal diaphysis. It has been demonstrated that the use of short stem prostheses leads to better clinical results compared to standard stem prostheses. The study aimed to assess the migration of the stem of the Proxima hip prosthesis. Migration was defined as a change in the angle of stem position towards a varus deformity.

Material and methods. The study involved 164 patients (83 women, 81 men) who underwent hip replacement surgery with a total of 185 Proxima prostheses in the Cracow Rehabilitation Centre between 2007 and 2012.

Results. Radiographic analysis included a series of three radiographs obtained for each patient on Day 0 and after 6 and 12 months. Stem migration towards a varus deformity was reported during the follow-up period. There was a correlation between the change in the angle of varus prosthesis alignment and the length of follow-up. The mean change of the varus angle was 8.21° after 12 months. There was a statistically significant difference in the angle of the varus prosthesis alignment between the sexes. After 12 months the total change was 6.82° in women and 9.65° in men. There was no significant correlation between a patient's BMI, age, the total length of the neck of the implant and the progression of the angle of varus prosthesis alignment.

Conclusions: 1. The greatest displacement of the Proxima short stem implant towards a varus deformity is seen within the first 6 months following implantation. 2. The change of the angle of varus prosthesis alignment depends on the initial positioning of the prosthesis and the sex of the patient. 3. The change of the angle of varus prosthesis alignment is independent from the patient's age and BMI.

Key words: short stem prosthesis, total hip replacement, stem migration

WSTĘP

Aloplastyka stawu biodrowego jest powszechnie stosowaną procedurą dającą przewidywalne, długotrwałe i dobre wyniki [1,2]. Wielośrodkowe badania przeżywalności standardowych, zwanych także w literaturze klasycznymi, bezcementowych endoprotez anatomicznych stawu biodrowego wykazują od 94-100% dobrych wyników w 20-letniej obserwacji [3,4]. Implanty krótkotrzeniowe zostały zaprojektowane dla pacjentów, których nie można zakwalifikować do kapoplastyki, a jednocześnie nie ma wskazań do założenia standardowej endoprotezy anatomicznej [5,6]. Zapewniają one przeżywalność porównywalną do klasycznych implantów anatomicznych 94-100% w 18-letniej obserwacji. Ich zastosowanie zapewnia ponadto mniejszą liczbę powikłań w postaci złamań awulsyjnych krętarza lub złamań kości udowej 3,1 vs 0,4% [3,7]. Endoprotezy krótkotrzeniowe umożliwiają ponadto zachowanie większej części kości własnej przynasady bliższej kości udowej, co jest niewątpliwą zaletą w razie konieczności ewentualnej rewizji [8,9]. Endoproteza krótkotrzeniowa pozwala także zachować nienaruszoną jamę szpikową w części bliższej trzonu, co w przypadku jej obłuzowania daje możliwość rewizji z użyciem standardowego trzpienia anatomicznego [10]. Istotna jest także optymalizacja przenoszenia obciążeń pomiędzy implantem a tkanką kostną [11]. Według dostępnego piśmiennictwa, zastosowanie implantu krótkotrzeniowego zmniejsza resorpcję kości we wszystkich strefach Gruen'a w porównaniu do klasycznych trzpieni anatomicznych [12-15].

Stosowanie krótkich trzpieni nie uwalnia jednak całkowicie z obserwowanego u chorych bólu w bliższej części uda (0-4%) [3,11]. Niektórzy autorzy podają jednak, iż dolegliwości tych nie obserwowano u chorych, u których implantowano endoprotezę z krótkim trzpieniem typu Proxima [16,17].

Przy prawidłowej kwalifikacji, implanty te mogą być również stosowane u chorych po 70 roku życia, zapewniając stabilne osadzenie implantu i dobre wyniki kliniczne [18]. Jak wykazał ostatnio Tomaszewski i wsp. wyniki leczenia choroby zwyrodnieniowej stawu biodrowego za pomocą endoprotezy o krótkim trzpieniu typu Proxima są lepsze w porównaniu z wynikami uzyskanymi po zastosowaniu klasycznego trzpienia anatomicznego ABG. Największy wpływ na poprawę jakości życia pacjenta po endoprotezoplastyce stawu biodrowego metodą z zastosowaniem krótkiego trzpienia miało zmniejszenie dolegliwości bólowych oraz zwiększenie zakresu ruchu w stawie biodrowym [19].

Poniższa praca ma na celu ocenę migracji trzpienia endoprotezy stawu biodrowego Proxima.

BACKGROUND

Hip replacement is a commonly used procedure that provides predictable, long-lasting and good effects [1,2]. Multicentre studies of survival of standard (classical) cementless anatomical hip prostheses have revealed 94-100% good results during 20 years of follow-up [3,4]. Short stem implants were designed for patients who cannot be qualified for mould arthroplasty, and, at the same time there are no indications for a standard anatomical prosthesis [5,6]. Their survival rate of 94-100% during 18 years of follow-up is similar to that of conventional anatomical implants. Moreover, their use results in a lower incidence of complications, such as avulsion fractures of the trochanter or fractures of the femur (3.1 vs. 0.4%) [3,7]. Additionally, a larger portion of patient's own proximal metaphysis of the femur can be spared with the use of short stem prostheses, which is a great advantage if a revision is necessary [8,9]. It is also possible to preserve an intact medullary cavity in the proximal diaphysis, which, enables revision surgery with a standard anatomical stem if the short stem prosthesis becomes loose [10]. The optimization of load shifting between the implant and the osseous tissue is another significant factor [11]. According to the available literature, the use of short stem implants decreases bone resorption in all Gruen's zones compared to conventional anatomical stems [12-15].

The use of short stems does not completely eliminate pain in the proximal femur (0-4%) [3,11]. Some authors, however, report that pain was absent in patients who had received a Proxima short stem prosthesis [16,17].

With appropriate qualification these implants can also be used in patients over 70 years old, providing stable positioning and good clinical results [18]. According to a recent study by Tomaszewski et al., the outcomes of Proxima short stem prosthesis implantation for hip osteoarthritis were superior to those obtained with the use of a conventional anatomical ABG stem. The reduction in pain and increased range of motion in the hip joint were the two most significant determinants of improved quality of life of patients following hip replacement with a short stem prosthesis [19].

This study aimed to assess the migration of the stem of the Proxima hip prosthesis.

MATERIAŁ I METODY

Endoproteza Proxima to endoproteza krótkotrzeniowa (Ryc. 1). Trzpień endoprotezy wykonany jest ze stopu tytanowego pokrytego Duofix HA (powierzchnia porowata z hydroksyapatytem). Dostępnych jest 7 rozmiarów implantu w wersji Standard Offset i High Offset (różnica 4mm w długości części szyjkowej i 5-stopniowa różnica w kącie pochylenia części szyjkowej). Szeroki wachlarz dostępnych implantów ułatwia odtworzenie prawidłowej biomechaniki stawu i zapewnienie jego stabilności bez nadmiernego wydłużenia długości kończyny [5]. We wszystkich analizowanych przypadkach w niniejszej pracy użyto panewki bezcementowej Duraloc z polietylenowym wkładem na głowę 28 mm.

Wskazania do zabiegu stanowiła pierwotna choroba zwyrodnieniowa stawu biodrowego, wtórna choroba zwyrodnieniowa po dysplazji stawu biodrowego lub jałowej martwicy głowy kości udowej. Kwalifikowano pacjentów z dobrą jakością kości. Do zabiegu nie kwalifikowano chorych otyłych (BMI > 30), przypadków poddysplastycznych z dużymi zniekształceniami lub chorych ze zmienioną anatomią okolicy przynasadowej – np. po przebytej osteotomii korekcyjnej lub po złamaniach nasady bliższej uda.

Wszystkie operację wykonało pięciu doświadczonych ortopedów przeszkolonych w implantacji tego typu endoprotezy. Każdorazowo stosowano standardowy w Krakowskim Centrum Rehabilitacji i Ortopedii, przednio-boczny dostęp z ułożeniem pacjenta na przeciwnym boku.

Stosowano zalecaną przez producenta technikę „round the corner”, która zapewnia przygotowanie prawidłowej łoży dla endoprotezy. Powstaje ona poprzez zagęszczenie wypełniającej przynasadę kości gąbczastej.

MATERIAL AND METHODS

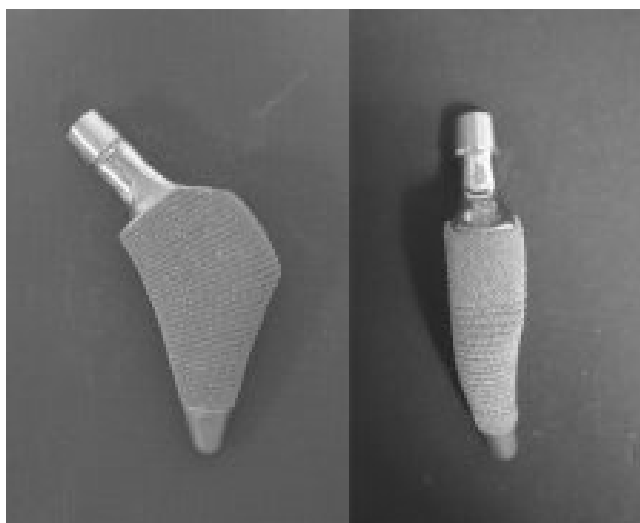
The Proxima is a short stem prosthesis (Fig. 1). The stem of the prosthesis is made of a titanium alloy covered with Duofix HA (porous coating with hydroxyapatite). The implant is available in 7 sizes in Standard Offset and High Offset versions. They differ in the length of the neck (4mm) and the neck inclination angle (5°). This wide variety of available implants facilitates the restoration of normal joint biomechanics and provides stability without excessive lengthening of the limb [5]. A cementless Duraloc acetabulum with a polyethylene cap on the femoral head (size 28 mm) was used in all the cases analysed in the present study.

The indications for the procedure included primary coxarthrosis, coxarthrosis secondary to hip joint dysplasia or avascular necrosis of the femoral head. Only patients with good bone quality were qualified for the surgery. The exclusion criteria were obesity (BMI>30), coxarthrosis due to dysplasia with major deformities or patients with an altered anatomy of the metaphyseal area (e.g. following a corrective osteotomy or fractures of proximal epiphysis of the femur).

All the surgeries were performed by five experienced orthopaedists who had been trained in the implantation of this type of prosthesis. The surgeries were performed from an anterolateral approach with the patients lying on the contralateral side, which is the standard practice in the Cracow Rehabilitation Centre.

The operators used a “round the corner” technique recommended by the manufacturer. It provides appropriate bed preparation for the prosthesis by condensation of the spongy bone filling the metaphysis.

The standard postoperative procedure for all patients included walking with two crutches without



Ryc. 1. Endoproteza krótkotrzeniowa Proxima

Fig. 1. Proxima short stem prosthesis

Standardowe postępowanie w okresie pooperacyjnym: przez okres 4 tygodni zalecano wszystkim chorym chodzenie o dwóch kulach bez obciążania kończyny operowanej (tzw. chodzenie z kontaktem), zaś w kolejnych 2 tygodniach zalecano stopniowe użytkowanie pełnego obciążania.

Wszystkim chorym zalecano standardową profilaktykę przeciwzakrzepową heparynami drobnocząsteczkowymi przez okres 6 tygodni od operacji.

Radiogramy wykonywano w pierwszej dobie po zabiegu, a następnie po 6 i 12 miesiącach od operacji. Wszystkie zdjęcia wykonano na tym samym aparacie, w tej samej projekcji – ułożenie pacjenta na plecach, odległość kamery od kliszy 110 cm, kamera prostopadle do stołu, promień centralny prostopadły, skierowany na skrzyżowanie płaszczyzny strzałkowej z linią łączącą szyjki kości udowych, neutralna rotacja kończyn dolnych, projekcja AP.

Dokonując pomiaru wyznaczano jako linię odniesienia długą oś trzonu kości udowej. Drugą linię prowadzono pomiędzy środkiem szczytu trzpienia a podstawą głowy endoprotezy na szyjce implantu. Zmierzony kąt pomiędzy tymi liniami stanowił kąt szpawatego położenia endoprotezy. Różnice wynikające z offsetu skorygowano o liczbę stopni wynikającą z budowy implantu (Ryc. 2).

W badaniu opracowanym przez Schmidutz i wsp. dotyczącym migracji endoprotez krótkotrzeniowych wykazano, że zgięcie 20° w stawie biodrowym wywołuje błąd pomiaru rzędu 1,5 mm, a rotacja wewnętrzna 10° wywołuje błąd 0,2 mm w porównaniu do RTG w wyproście i neutralnej rotacji [20]. Uznano zatem, że w tym badaniu wpływ rotacji i zgięcia w stawie przy ekspozycji jest nieistotny.

Wszystkie obliczenia wykonano przy użyciu programu Statistica 10 PL. Do analizy korelacji posłu-

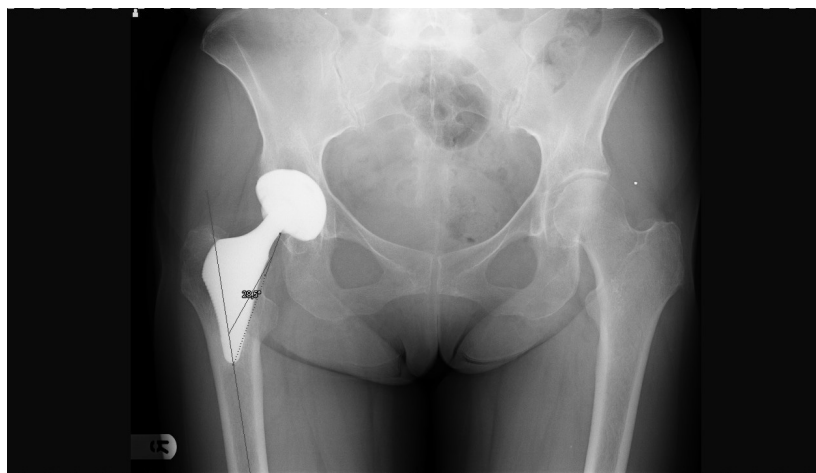
żąc loading the operated limb (walking with full support) for 4 weeks and then gradually increasing the loading to full weight for another 2 weeks.

All patients were advised to use standard anti-thrombotic prophylaxis with low molecular weight heparin for 6 weeks following the surgery.

Radiographs were obtained on the first postoperative day and then at 6 and 12 months after the procedure. All the images were obtained with the same device and in the same view. The patient was in a supine position, the distance between the camera and the film was 110cm, the camera was perpendicular to the table, the central perpendicular beam was directed at the junction of the sagittal plane and the line joining the necks of the femurs, with the lower limbs in a neutral rotation. AP views were obtained.

The reference line of the measurement was the long axis of the femoral diaphysis. Another line was located between the middle of the stem peak and the basis of the prosthetic head on the neck of the implant. The angle between the two lines was the angle of varus prosthesis alignment. Offset-related differences were adjusted by the number of degrees resulting from the design of the implant (Fig. 2). A study concerning the migration of short stem prostheses by Schmidutz et al. found that hip flexion of 20° induced a measurement error of approximately 1.5mm and an internal rotation of 10° induced an error of 0.2mm in comparison with an X-ray with the limb in extension and neutral rotation [20]. Therefore, for this study, it was assumed that the effect of joint rotation and flexion during exposure was insignificant.

All calculations were performed with Statistica 10 PL software. Pearson's correlation coefficient (r) was used to analyse correlations. The values in the groups were compared with the Student t test.



Ryc. 2. Metoda pomiaru kąta położenia trzpienia endoprotezy
Fig. 2. Method of measurement of hip prosthesis stem angle

żono się metodą r-Pearsona. Wartości w grupach porównywano testem t-Studenta.

W okresie od kwietnia 2007 do listopada 2012 roku założono 349 endoprotez typu Proxima u 305 chorych. Z uwagi na brak pełnych danych, z badania wykluczono 156 przypadków. Z powodu obluźwienia aseptycznego, które wystąpiło do roku od zabiegu, wymagało rewizji i wymiany implantu, z badania wyłączone 6 przypadków. Złamanie okołoprotezowe wystąpiło w okresie obserwacji w jednym przypadku, jak również w jednym przypadku wystąpiła wczesna infekcja. Oba przypadki zostały wykluczone z badania.

Ostatecznie do badania włączono 185 przypadków u 164 chorych, w tym 83 kobiety (średnia wieku 54,18 lat; min. 30; max. 72; SD 9,1) i 81 mężczyzn (średnia wieku 53,3; min. 30; max. 75; SD 10,4).

W badanej grupie wskazania do zabiegu stanowiła: w 166 przypadkach pierwotna choroba zwyrodnieniowa stawu biodrowego, w 9 przypadkach zmiany zwyrodnieniowe wtórne do jałowej martwicy głowy kości udowej, a w 7 podysplastyczna choroba zwyrodnieniowa. W 2 przypadkach zmiany po złuszczeniu głowy kości udowej w wieku młodzieńczym oraz w 1 choroba Otto-Chrobaka.

Wszyscy chorzy spełniali radiologiczne kryteria kwalifikacji do aloplastyki krótkotrzeniowej.

WYNIKI

Migracja trzpienia endoprotezy

Wyjściowo, w całej grupie badanej, kąt szpotawego położenia trzpienia endoprotezy wynosił 21,24° (min. 3,2°; max. 39°; SD 5,99). Po sześciu miesiącach kąt wynosił 25,96° (min. 9,3°; max. 41,9°; SD 5,76), a po dwunastu 29,46° (min. 14,7°; max. 46°; SD 6,36). Zmiana kąta w okresie pierwszych sześciu miesięcy obserwacji wynosiła zatem średnio 4,72° (min. 0,1°; max. 17,4°; SD 3,74).

W okresie pomiędzy 6 a 12 miesiącem kąt szpotawego położenia trzpienia endoprotezy zmienił się średnio o dalsze 3,49° (min. 0,1°; max. 12,9°; SD 2,74). Zatem pomiędzy 1 a 12 miesiącem średnia zmiana wynosiła 8,21° (min. 0,2°; max. 28°; SD 5,28).

Migracja trzpienia endoprotezy

– w zależności od płci

W ciągu sześciu miesięcy średnia zmiana kąta szpotawego położenia trzpienia endoprotezy u kobiet wynosiła 3,93° (min. 0,1°; max. 16,8°; SD 3,22), a u mężczyzn 5,52° (min. 0,2°; max. 17,4°; SD 4,04). Była to różnica istotna statystycznie (test t; $p < 0,002$). W okresie 6-12 miesięcy zmiana wynosiła u kobiet 2,88° (min. 0,1°; max. 14,0°; SD 2,26), a u mężczyzn 4,12° (min. 0,1°; max. 15,6°; SD 3,05). Była to różnica istot-

A total of 349 Proxima prostheses were implanted in 305 patients between April 2007 and November 2012. On account of incomplete data, 156 cases were excluded from the study. Six more cases were excluded due to aseptic loosening of the prosthesis which occurred within a year of the procedure and required a revision and implant replacement. There was one case of a periprosthetic fracture and one case of early infection in the follow-up period. Both cases were excluded from the study.

The resulting study group comprised 185 cases in 164 patients, including 83 women (average age 54.18, min. 30, max 72, SD 9.1) and 81 men (average age 53.3, min. 30, max 75, SD 10.4).

The indications for the procedure in this group included primary coxarthrosis in 166 cases, coxarthrosis secondary to avascular necrosis of the femoral head in 9 cases and dysplasia-associated coxarthrosis in 7 cases. There were 2 cases of lesions following exfoliation of the femoral head in adolescence and 1 case of acetabular protrusion.

All patients met the radiographic criteria of qualification for short stem hip replacement.

RESULTS

Stem migration

The baseline angle of varus alignment of the prosthesis stem for the entire study group was 21.24° (min. 3.2°, max. 39°, SD 5.99). Six months later the angle was 25.96° (min. 9.3°, max. 41.9°, SD 5.76) and after 12 months it was 29.46° (min. 14.7°, max. 46°, SD 6.36). Thus, the average change of the angle during the first 6 months of follow-up was 4.72° (min. 0.1°, max. 17.4°, SD 3.74).

Between months 6 and 12 postoperatively the angle of varus prosthesis stem alignment changed by another 3.49° (min. 0.1°, max. 12.9°, SD 2.74). To sum up, the mean change between months 1 and 12 was 8.21° (min. 0.2°, max. 28°, SD 5.28).

Stem migration by sex

The average change of the angle of varus prosthesis stem alignment was 3.93° (min. 0.1°, max. 16.8°, SD 3.22) in women and 5.52° (min. 0.2°, max. 17.4°, SD 4.04) in men in the first six postoperative months. The difference was statistically significant (t test; $p < 0.002$). Between months 6 and 12 postoperatively the change was 2.88° (min. 0.1°, max. 14.0°, SD 2.26) in women and 4.12° (min. 0.1°, max. 15.6°, SD 3.05) in men.

na statystycznie (test t; $p < 0,002$). Analizując okres 12 miesięcy, zmiana łączna wynosiła u kobiet $6,82^\circ$ (min. $0,1^\circ$; max. $14,5^\circ$; SD 4,46), a u mężczyzn $9,65^\circ$ (min. $0,3^\circ$; max. $16,4^\circ$; SD 5,7). Była to różnica istotna statystycznie (test t-Studenta; $p < 0,0002$).

Migracja trzpienia endoprotezy – w zależności od wieku

Średnia wieku badanych pacjentów wynosiła 54,18 lat (min. 30; max. 72; SD 9,1). Analiza korelacji przeprowadzona dla okresów 1-6, 6-12 i 1-12 miesięcy dla żadnego z nich, nie wykazała istotnej statystycznie korelacji pomiędzy wiekiem a zmianą kąta szpotawego położenia trzpienia endoprotezy (współczynniki korelacji r-Pearsona odpowiednio 0,12; 0,04 i 0,1 przy $p < 0,05$).

Migracja trzpienia endoprotezy – w zależności od BMI pacjenta

Średnie BMI badanych pacjentów wynosiło 27,81 (min. 18,9; max. 37,77; SD 4,15). Analiza korelacji przeprowadzona dla okresów 1-6, 6-12 i 1-12 miesięcy, dla żadnego z nich nie wykazała istotnej statystycznie korelacji pomiędzy BMI a zmianą kąta szpotawego położenia trzpienia endoprotezy (współczynniki korelacji r-Pearsona odpowiednio 0,06; -0,03 i 0,01 przy $p < 0,05$).

Migracja trzpienia endoprotezy – w zależności od zastosowania implantu w wersji Standard Offset (SO) i High Offset (HO)

W ciągu sześciu miesięcy średnia zmiana kąta szpotawego położenia trzpienia endoprotezy w grupie HO wynosiła $4,96^\circ$ (min. $0,1^\circ$; max. $17,4^\circ$; SD 3,93), a w grupie SO $4,52^\circ$ (min. $0,2^\circ$; max. $15,9^\circ$; SD 3,47). Nie była to różnica istotna statystycznie (test t-Studenta). W okresie 6-12 miesięcy średnia zmiana kąta szpotawego położenia trzpienia endoprotezy w grupie HO wynosiła $3,55^\circ$ (min. $0,3^\circ$; max. $14,9^\circ$; SD 2,82), a w grupie SO $3,4^\circ$ (min. $0,2^\circ$; max. $17,1^\circ$; SD 2,62). Nie była to różnica istotna statystycznie (test t-Studenta). Analizując okres 1-12 miesięcy, łączna średnia zmiana kąta szpotawego położenia trzpienia endoprotezy w grupie HO wynosiła $8,5^\circ$ (min. $0,3^\circ$; max. $15,4^\circ$; SD 5,49), a w grupie SO $7,92^\circ$ (min. $0,1^\circ$; max. $17,4^\circ$; SD 4,96). Nie była to różnica istotna statystycznie (test t-Studenta).

Migracja trzpienia endoprotezy – w zależności od długości modularnej głowy (wersji Standard Offset i High Offset+ długość modularnej głowy)

Kolejnym parametrem, którego wpływ na zmianę kąta szpotawego położenia trzpienia endoprotezy ba-

SD 3,05) in men. The difference was statistically significant (t test; $p < 0,002$). Overall change during the 12 post-operative months was $6,82^\circ$ (min. $0,1^\circ$, max. $14,5^\circ$, SD 4,46) in women and $9,65^\circ$ (min. $0,3^\circ$, max. $16,4^\circ$, SD 5,7) in men. The difference was statistically significant (Student t test; $p < 0,0002$).

Stem migration by age

The average age of the patients was 54.18 (min. 30, max. 72, SD 9.1). A correlation analysis conducted for months 1-6, 6-12 and 1-12 did not demonstrate any statistically significant correlation between age and the change of the angle of varus prosthesis stem alignment for any of the periods. The respective Pearson correlation coefficients (r) were 0.12, 0.04 and 0.1, at $p < 0.05$.

Stem migration by BMI

The average BMI of the patients was 27.81 (min. 18.9, max. 37.77, SD 4.15). A correlation analysis conducted for months 1-6, 6-12 and 1-12 did not demonstrate any statistically significant correlation between BMI and the change of the angle of varus prosthesis stem alignment for any of the periods. The respective Pearson correlation coefficients (r) were 0.06, -0.03 and 0.01, at $p < 0.05$.

Stem migration by offset: Standard Offset (SO) vs. High Offset (HO) implant

The average change of the angle of varus prosthesis stem alignment was $4,96^\circ$ (min. $0,1^\circ$, max. $17,4^\circ$, SD 3,93) in HO group and $4,52^\circ$ (min. $0,2^\circ$, max. $15,9^\circ$, SD 3,47) in the SO group in the first six postoperative months. The difference was not statistically significant (Student t test). Between months 6 and 12 postoperatively the average change of the angle of varus prosthesis stem alignment was $3,55^\circ$ (min. $0,3^\circ$, max. $14,9^\circ$, SD 2,82) in the HO group and $3,4^\circ$ (min. $0,2^\circ$, max. $17,1^\circ$, SD 2,62) in the SO group. The difference was not statistically significant (Student t test). Overall change of the angle of varus prosthesis stem alignment during the 12 post-operative months was $8,5^\circ$ (min. $0,3^\circ$, max. $15,4^\circ$, SD 5,49) in the HO group and $7,92^\circ$ (min. $0,1^\circ$, max. $17,4^\circ$, SD 4,96) in the SO group. The difference was not statistically significant (Student t test).

Stem migration by modular head length: Standard Offset (SO) implant vs. High Offset (HO) implant adjusted for modular head length

The total length of the neck was another parameter analysed in terms of its effect on the change of the

dano, była sumaryczna długość szyjki. Rozumiano ją jako sumę offsetu, tj. 0mm w Standard Offset i +4mm w High Offset oraz długości modularnej głowy S=1,5mm M=5mm; L= 8,5mm XL=12mm.

Analiza korelacji przeprowadzona dla okresów 1-6, 6-12 i 1-12 miesięcy dla tego parametru nie wykazała istotnej statystycznie korelacji pomiędzy sumaryczną długością szyjki a zmianą kąta szpotawego położenia trzpienia endoprotezy (współczynniki korelacji r-Pearsona odpowiednio -0,04; -0,06 i -0,06 przy $p<0,05$).

Migracja trzpienia endoprotezy

– w zależności od rozmiaru implantu

Za pomocą analizy korelacji r-Pearsona zbadano wpływ rozmiaru implantu na zmianę kąta szpotawego położenia trzpienia endoprotezy. Analiza korelacji przeprowadzona dla okresu 1-6 miesięcy wykazała słabą zależność – współczynnik korelacji 0,16 przy $p<0,05$. W okresie 6-12 miesięcy brak zależności – współczynnik korelacji 0,12 przy $p<0,05$. Ponownie słabą zależność wykazano dla całego okresu obserwacji, tj. 1-12 miesięcy – współczynnik korelacji 0,18 przy $p<0,05$.

Migracja trzpienia endoprotezy – w zależności od wyjściowego kąta osadzenia endoprotezy

Ostatnia przeprowadzona analiza miała na celu stwierdzenie czy zmiana kąta szpotawego położenia trzpienia endoprotezy była zależna od wyjściowego kąta szpotawego osadzenia trzpienia endoprotezy. Analiza korelacji przeprowadzona dla okresu 1-6 miesięcy wykazała zależność – współczynnik korelacji 0,37 przy $p<0,05$. W okresie 6-12 miesięcy słabsza zależność, ale nadal istotna statystycznie – współczynnik korelacji 0,16 przy $p<0,05$. Dla całego okresu obserwacji, tj. 1-12 miesięcy wykazano istotną statystycznie zależność na poziomie współczynnika korelacji 0,35 przy $p<0,05$.

DYSKUSJA

W całym okresie badania zaobserwowano postępujące przemieszczenie trzpienia implantu w kierunku szpotawości. Migracja trzpienia endoprotezy była szybsza w pierwszym półroczu niż w drugim (4,72 vs 3,49). Można to tłumaczyć częściową resorpcją, ubitej w czasie przygotowywania łoży pod protezę kości gąbczastej. Badania *in vitro* wykazały, że implant krótkotrzeniowy staje się stabilny w momencie, kiedy uzyskany zostanie kontakt z kością korową lub dojdzie do wystarczającej kompresji kości gąbczastej [21]. Pokrycie implantu hydroksyapatytem/fosforanem wapnia wraz z jego porowatą strukturą, dodatkowo poprawiają stabilność osadzenia endoprotezy.

angle of varus prosthesis stem alignment. The total length of the neck was the sum of offset, i.e. 0mm in Standard Offset and +4mm in High Offset and modular head length, i.e. S=1.5mm, M=5mm, L= 8.5 mm, XL=12mm.

The analysis of correlation conducted for months 1-6, 6-12 and 1-12 did not demonstrate any statistically significant correlation between the length of the neck and the change of the angle of varus prosthesis stem alignment for any of the periods. The respective Pearson correlation coefficients (r) were -0.04, -0.06 and -0.06, at $p<0.05$.

Stem migration by implant size

The effect of implant size on the change of the angle of varus prosthesis stem alignment was assessed with Pearson's correlation coefficient (r). There was a poor correlation for months 1-6, where the correlation coefficient was 0.16, at $p<0.05$. No correlation was found for months 6-12, with a correlation coefficient of 0.12, at $p<0.05$. A poor correlation was also demonstrated for months 1-12, with a correlation coefficient of 0.18, at $p<0.05$.

Stem migration by baseline angle of prosthesis position

The last aspect analysed was the correlation between the change of the angle of varus prosthesis stem alignment and the baseline angle of varus prosthesis stem alignment. The correlation analysis showed a correlation coefficient of 0.37 with $p<0.05$ for months 1-6. A poorer, but statistically significant correlation was found for months 6-12, with a correlation coefficient of 0.16, at $p<0.05$. A statistically significant correlation was demonstrated for months 1-12. The correlation coefficient was 0.35, at $p<0.05$.

DISCUSSION

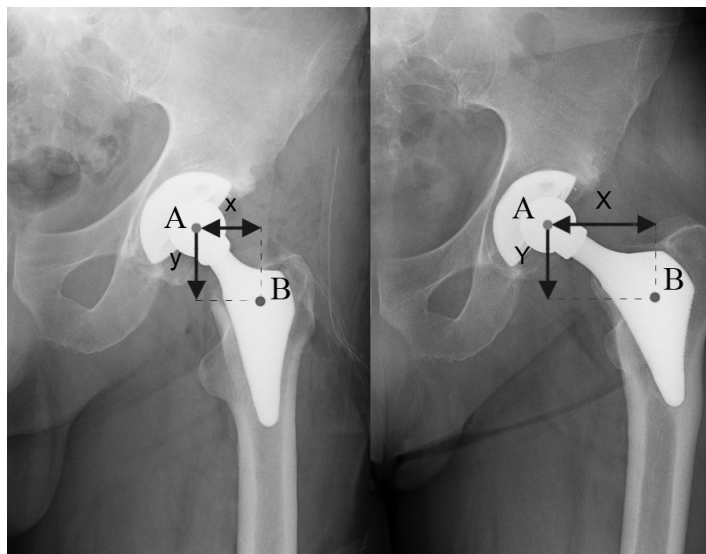
Progressive migration of the implant stem towards a varus deformity was noted throughout the study. Prosthesis stem migration occurred at a faster rate in the first half-year compared to the second one (4.72 vs 3.49), which may be attributable to partial resorption of the spongy bone compressed during implant bed preparation. An *in vitro* study demonstrated that a short stem implant became stable when it came in contact with cortical bone or in the setting of sufficient spongy bone compression [21]. The hydroxyapatite or calcium phosphate coating of the implant and its porous structure additionally improve the stability of prosthesis positioning.

Obserwowane przez Chen i wsp. zmiany w remodelingu kości odpowiadają teoretycznym oczekiwaniom [11]. W badaniu densytometrycznym przeprowadzonym u chorych z założoną endoprotezą typu Mayo, wykazano zwiększoną resorpcję w proksymalnej części implantu (strefy 1 i 7 wg Guren'a), zwiększenie gęstości w części bocznej (strefy 3 i 4) oraz brak zmian dystalnie i przyśrodkowo (strefy 4 i 5). Taki rozkład gęstości kości związany jest z przeniesieniem obciążeń przez endoprotezę krótkotrzeniową, która w porównaniu do klasycznych implantów przenosi obciążenia bardziej proksymalnie. Nie wywołuje to zwiększenia sztywności trzonu kości udowej i zapewnia jego bardziej fizjologiczną pracę. Z drugiej strony taki model resorpcji kości wokół trzpienia powoduje, że endoproteza jest bardziej podatna na działanie sił rotujących. Szczególnie wtedy, kiedy wyjściowo endoproteza osadzona jest szpotawo, co w oczywisty sposób zwiększa ramię siły rotującej implant (Ryc. 3).

Nasze badanie wykazało statystycznie istotny wpływ wyjściowego osadzenia implantu na późniejszą zmianę kąta szpotawości. W trakcie implantowania endoprotez krótkotrzeniowych, chirurg napotyka na problem prawidłowego wyosiovania endoprotezy, ponieważ brak jest naturalnego kierunku raszpli zapewnionego przez jamę szpikową trzonu jak w przypadku użycia klasycznego, anatomicznego implantu. Nieprawidłowe opracowanie okolicy przynasadowej może prowadzić do osadzenia implantu w pozycji szpotawej i wyłamania okolicy ostrogi bądź bocznej warstwy korowej [5]. Jeśli jednak nie dojdzie do tak

Theoretical expectations are consistent with changes in bone remodeling reported by Chen et al. [11]. A densitometric study in patients with a Mayo prosthesis demonstrated increased resorption in the proximal segment of the implant (Gruen's zones 1 and 7), increased density in the lateral segment (zones 3 and 4) and no changes in the distal and medial segments (zones 4 and 5). This type of bone density distribution is associated with the loads being shifted more proximally by the short stem prosthesis in comparison with conventional implants. It does not cause increased rigidity of femoral diaphysis and provides for its physiological activity. At the same time, this type of bone resorption around the stem makes the prosthesis more prone to rotation forces, particularly if initially the prosthesis is positioned in a varus alignment, which obviously increases the arm of the rotation force on the implant (Fig. 3).

This study demonstrated a statistically significant effect of the initial implant position on subsequent changes in the angle of varus deformity. One of the problems encountered during short stem prosthesis implantation is the appropriate axial alignment of the prosthesis as, unlike conventional anatomical implants, a natural direction is not provided for the rasp by the diaphyseal medullary cavity. Inappropriate preparation of the metaphyseal area may lead to varus positioning of the implant and the destruction of the region of the calcar femorale or the lateral cortical layer [5]. If, however, no serious complications (e.g. fractures) occur, the initial varus implant positioning promotes its subsequent migration towards varus de-



Ryc. 3. Zmiana ramienia siły w zależności od położenia endoprotezy. x;X – ramię siły, y;Y – wektor siły, A – środek głowy endoprotezy B – oś obrotu

Fig. 3 Change of the arm of the force relative to implant location, x;X arm of force, y – force vector, A – centre of implant head, B – axis of rotation

poważnego powikłania jak złamanie, to wyjściowe szpotawe osadzenie implantu sprzyja jego późniejszemu, dalszemu przemieszczaniu w kierunku szpotowości. Znalazło to odzwierciedlenie w istotnym statystycznie współczynniku korelacji dla tych wartości podczas naszego badania.

Należy jednak pamiętać, że koślawe ustawienie trzpienia zmniejsza offset, co powoduje zmniejszenie siły działania odwodzicieli stawu biodrowego [8].

Niektóre badania sugerują, że głębokie osadzenie trzpienia wymusza zastosowanie większego offsetu lub dłuższej głowy, które nasilają działanie sił obrotowych na implant, co w połączeniu ze zbyt małym implantem lub ze złą jakością kości doprowadza do jego szpotawego przemieszczenia [16]. W badaniu nie wykryto istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami pacjentów z zaimplantowanymi trzpieniami o różnym offsecie. Podobnie nie było korelacji pomiędzy sumaryczną długością szyjki (offset+rozmiar głowy) a zmianą kąta szpotowości.

Badanie zaprezentowane przez Schmidutz i wsp. wykazało, że jedną z przyczyn migracji implantu jest złe dopasowanie rozmiaru – zbyt mały implant w stosunku do rozmiaru kości oraz zła kwalifikacja – np. pacjenci w trakcie przewlekłej sterydoterapii obniżającej jakość kości [20].

Nasze badanie wykazało jedynie słabą korelację pomiędzy rozmiarem implantu a migracją trzpienia endoprotezy.

W naszym badaniu nie wykazano istotnej statystycznie zależności między migracją trzpienia endoprotezy a wiekiem pacjenta. Parametr ten łączy się wprawdzie nierozdzielnie z jakością kości (osteoporoza), jednakże do założenia tego rodzaju implantu kwalifikowani są pacjenci bez radiologicznych i klinicznych cech tej choroby. Jest również prawdopodobne, że decydujące znaczenie miała tu malejąca z wiekiem liczba cykli obciążenia. Endoprotezy krótkotrzeniowe wymagają dobrej jakości kości z uwagi na konieczność zapewnienia pierwotnej stabilności protezy, ewentualną migrację implantu oraz przewidywalną większą liczbę cykli obciążeń [5,22].

Zaskakujące były wyniki badania dotyczącego wpływu płci (ewentualna osteoporoza) na szpotawe przemieszczenie trzpienia implantu. Okazało się bowiem, że niezależnie od analizowanego przedziału czasu, migracja trzpienia endoprotezy była mniejsza u kobiet niż u mężczyzn.

Badanie nie wykazało też zależności pomiędzy masą ciała a migracją trzpienia endoprotezy w kierunku szpotowości. Pozwala to antycypować, że masa ciała nie wpływa na odległą liczbę obciążań endoprotez krótkotrzeniowych stawu biodrowego.

formity, which was reflected in the statistically significant correlation coefficient for the values obtained in the present study.

It should be borne in mind that a valgus stem position decreases the offset, which reduces hip abductor strength [8].

According to some authors, deep stem positioning necessitates the use of a greater offset or a longer head, both of which intensify the rotation forces exerted on the implant. This, together with an undersized implant or poor bone quality leads to varus migration of the implant [16]. The present study did not reveal statistically significant differences between groups of patients with implants differing in offset. Similarly, there was no correlation between total neck length (offset + head size) and the change of the varus angle.

Schmidutz et al. reported that one of the reasons for implant migration is inappropriate size selection (undersized implant compared to bone size) and inappropriate qualification (e.g. patients undergoing long-term steroid treatment, which impairs bone quality) [20].

This study demonstrated only a poor correlation between implant size and prosthesis stem migration.

Our study did not demonstrate a statistically significant correlation between prosthesis stem migration and patient age. While this parameter is invariably associated with bone quality (osteoporosis), this type of prosthesis is only implanted in patients with no radiographic or clinical evidence of osteoporosis. It is also possible that the number of loading cycles, which decreases with age, was of decisive significance here. Short stem prostheses require good quality bone due to the necessity of ensuring primary prosthesis stability, possible implant migration and a predicted increase in the number of loading cycles.

Surprisingly, the analysis of correlation between patient sex (possible osteoporosis) and varus implant stem migration revealed that prosthesis stem migration was less marked in women than in men across all periods analysed.

The study did not reveal a correlation between body weight and varus prosthesis stem migration. It can be assumed that body weight does not contribute to long-term incidence of loosening of short stem prostheses of the hip.

WNIOSKI

1. Implant krótkotrzeniowy Proxima ulega największemu przemieszczeniu w kierunku szpotawości w okresie pierwszych 6 miesięcy od założenia.
2. Migracja trzpienia endoprotezy zależna jest od wyjściowego osadzenia endoprotezy oraz płci.
3. Migracja trzpienia endoprotezy nie jest zależna od wieku chorego oraz BMI.

CONCLUSIONS

1. The Proxima short stem implant is most markedly displaced towards a varus deformity within the first 6 months of its use.
2. Migration of the prosthesis stem depends on the initial positioning of the prosthesis and patient sex.
3. Migration of the prosthesis stem is independent from the patient's age and BMI.

PIŚMIENICTWO / REFERENCES

1. Kotela A, Ambroziak P, Deszczyński JM, et al. Ocena wczesnych wyników bezcementowej endoprotezoplastyki stawu biodrowego u pacjentów po 65. roku życia. *Ostry dyżur* 2011; 4(3):105-7.
2. Grodzka D. Choroba zwyrodnieniowa stawów. *Primum non nocere* 2004; 1: 5.
3. Molli RG, Lombardi AV, Berend KR, Adams JB, Sneller MA. A Short Tapered Stem Reduces Intraoperative Complications in Primary Total Hip Arthroplasty. *Clin. Orthop.* 2012; 470:450-61.
4. Tsertsvadze A, et al. Total hip replacement for the treatment of end stage arthritis of the hip: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2014; 9(7): 1-10.
5. Kluge WH. Current developments in short stem femoral implants for hip replacement surgery. *Orthop. Trauma* 2009; 23: 46-51.
6. Barreca S, Ciriaco L, Ferlazzo M, Rosa MA. Mechanical and biological results of short-stem hip implants: consideration on a series of 74 cases. *Musculoskelet. Surg* 2014. DOI 10.1007/s12306-014-0334-z
7. Lombardi AV, Berend KR, Mallory TH, Skeels MD, Adams JB. Survivorship of 2000 tapered titanium porous plasma-sprayed femoral components. *Clin. Orthop* 2009; 467: 146-54.
8. Kamada S, Naito M, Nakamura Y, Kiyama T. Hip abductor muscle strength after total hip arthroplasty with short stems. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2011; 131: 1723-9.
9. Goebel D, Schultz W. The Mayo cementless femoral component in active patients with osteoarthritis. *Hip Int. J. Clin. Exp. Res. Hip Pathol. Ther.* 2009; 19: 206-10.
10. Learmonth ID. Conservative stems in total hip replacement. *Hip Int. J. Clin. Exp. Res. Hip Pathol. Ther.* 2009; 19: 195-200.
11. Chen HH, Morrey BF, An KN, Luo ZP. Bone remodeling characteristics of a short-stemmed total hip replacement. *J. Arthroplasty* 2009; 24: 945-50.
12. Bodén HS, Sköldenberg OG, Salemyr M, Lundberg H, Adolphson PY. Continuous bone loss around a tapered uncemented femoral stem: a long-term evaluation with DEXA. *Acta Orthop.* 2006; 77: 877-85.
13. Hananouchi T, et al. Effect of robotic milling on periprosthetic bone remodeling. *J. Orthop. Res. Off. Publ. Orthop. Res. Soc.* 2007; 25: 1062-9.
14. Sköldenberg OG, Bodén HS, Salemyr M, Ahl TE, Adolphson PY. Periprosthetic proximal bone loss after uncemented hip arthroplasty is related to stem size: DXA measurements in 138 patients followed for 2-7 years. *Acta Orthop.* 2006; 77: 386-92.
15. Nagi ON, Kumar S, Aggarwal S. The uncemented isoelectric/isotitan total hip arthroplasty. A 10-15 years follow-up with bone mineral density evaluation. *Acta Orthop. Belg.* 2006; 72: 55-64.
16. Tóth K, Mécs L, Kellermann P. Early experience with the Depuy Proxima short stem in total hip arthroplasty. *Acta Orthop. Belg.* 2010; 76: 613-8.
17. Ghera S, Pavan L. The DePuy Proxima hip: a short stem for total hip arthroplasty. Early experience and technical considerations. *Hip Int. J. Clin. Exp. Res. Hip Pathol. Ther.* 2009; 19: 215-20.
18. Patel RM, Smith MC, Woodward CC, Stulberg SD. Stable Fixation of Short-stem Femoral Implants in Patients 70 Years and Older. *Clin. Orthop.* 2012; 470: 442-9.
19. Tomaszewski W, et al. Quality of Life of Patients in the Evaluation of Outcomes of Short Stem Hip Arthroplasty for Hip Osteoarthritis. *Ortop Traumatol Rehabil* 2013; 15: 439-57.
20. Schmidutz F, et al. Migration analysis of a metaphyseal anchored short-stem hip prosthesis. *Acta Orthop* 2012; 83: 360-5.
21. Westphal FM, et al. Migration and cyclic motion of a new short-stemmed hip prosthesis – a biomechanical in vitro study. *Clin. Biomech* 2006; 21: 834-40.
22. Jahnke A, et al. Changes of periprosthetic bone density after a cementless short hip stem: a clinical and radiological analysis. *Int. Orthop* 2014; 10(38): 2045-50.

Podziękowania: Doktorowi n. med. Jerzemu Mirosławowi Jaworskiemu za nieocenioną przychylność i tworzenie możliwości.

Acknowledgements: We would like to express our gratitude to Jerzy Mirosław Jaworski, MD, PhD, for his invaluable benevolence and creating possibilities.

Liczba słów/Word count: 6218

Tabele/Tables: 0

Ryciny/Figures: 3

Piśmiennictwo/References: 22

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Dr n. med. Paweł Kamiński

Krakowskie Centrum Rehabilitacji i Ortopedii,

Aleja Modrzewiowa 22, Kraków 30-224, tel./fax: (12) 42-87-308, e-mail: pawelkam@mp.pl

Otrzymano / Received

01.08.2014 r.

Zaakceptowano / Accepted

05.12.2014 r.