

Ocena radiologiczna leczenia złamań okołoprotezowych kości udowej

Radiological Evaluation of Treatment of Periprosthetic Femoral Fractures

Mariusz Nowak^{1(A,B,C,D,E,F)}, Damian Kusz^{1(A,D,E)}, Robert Wilk^{1(E,F)}

¹ Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach, Katowice, Polska

¹ Department of Orthopaedics and Traumatology, School of Medicine in Katowice, Medical University of Silesia in Katowice, Poland

STRESZCZENIE

Wstęp. Złamanie okołoprotezowe kości udowej jest jednym z częściej występujących powikłań aloplastyki stawu biodrowego. Istnieje kilka czynników ryzyka jego wystąpienia. Są to między innymi: płeć żeńska, implant osadzany bez cementu, użycie trzpienia prostego lub rewizyjnego, wtórna osteoporoz. Celem naszych badań była ocena radiologiczna leczenia złamań okołoprotezowych kości udowej.

Materiał i metody. Badana grupa składa się z pacjentów poddanych endoprotezoplastyce stawów biodrowych w Klinice Ortopedii i Traumatologii ŚUM w latach 2002-2006. Ocena radiologiczna była oparta na klasyfikacjach HIP Society, SICOT, AAOS oraz Bealsa i Towera.

Wyniki. Nie obserwano albo stwierdzono niski odsetek (poniżej 10%) objawów niekorzystnych w postaci: linii przejaśnienia na granicy trzpien-kość, pęknięć cementu oraz ogniskowej osteolizy krętarza większego i wokół cementu. Linie przejaśnienia najczęściej towarzyszyły endoprotezom cementowanym zwłaszcza rewizyjnym na granicy cement-kość w 2, 3, 4 i 5 strefie Gruena. Hipertrofia warstwy korowej obserwowana była po stronie przyśrodkowej w 4, 5 i 6 strefie Gruena. Osteoliza łuku Adamsa występowała u 15,5% pacjentów po śródoperacyjnym i u prawie 40% po późnym złamaniu. Skostnienia pozaszkieletowe uwidoczniono u 7 chorych.

Wnioski. 1. Ocena radiologiczna leczenia złamań okołoprotezowych jest jednym z najtrudniejszych elementów badania stanu pacjentów. 2. Do najczęściej obserwowanych niepożądanego objawów radiologicznych należą osiadanie trzpienia oraz obecność ognisk osteolizy w okolicy łuku Adamsa. 3. Wystąpienie złamania okołoprotezowego nie wpływa istotnie na uzyskane wyniki w klasyfikacji wg Bealsa i Towera.

Słowa kluczowe: złamanie okołoprotezowe, ocena radiologiczna, kość udowa

SUMMARY

Background. Periprosthetic fracture of the femur is a common complication of total hip replacement surgery. There are several risk factors, including the female gender, an uncemented implant, the use of a straight or revision stem and secondary osteoarthritis. The aim of the study was a radiological evaluation of treatment of periprosthetic femoral fractures

Material and methods. The study group consisted of patients who underwent hip replacement surgery at the Department of Orthopaedics and Traumatology, Medical University of Silesia, between 2002 and 2006. Radiologic evaluation of outcomes was based on the scheme developed by HIP Society, SICOT, AAOS and, additionally, on Beals and Tower's classification.

Results. The incidence of pathological findings, such as lucent zones along the stem-bone interface, crack of the cement and focal osteolysis of the greater trochanter and around the cement, did not exceed 10%. Lucent zones were most frequently seen in radiographs of cemented prostheses in Gruen's zones 2, 3 , 4 and 5. Cortical hypertrophy was seen medially in Gruen's zones 4, 5 and 6. Adams' arc osteolysis was found in 15.5% of patients with intraoperative fractures and almost 40% of patients with late fractures. Heterotopic ossification was noted only in 7 patients.

Conclusions. 1. Radiological evaluation of treatment of periprosthetic femoral fractures after hip replacement surgery is one of the most difficult parts of patient status assessment in post-surgical patients. 2. The most common pathological radiographic findings were stem subsidence and the presence of osteolytic foci around Adams' arc. 3. The occurrence of a periprosthetic fracture did not significantly affect Beals and Tower scores.

Key words: periprosthetic fracture, radiological evaluation, femur

WSTĘP

Złamanie okoloprotezowe kości udowej – ZOKU jest jednym z częściej występujących powikłań aloplastyki stawu biodrowego – ASB [1]. Istnieje kilka czynników ryzyka wystąpienia tego powikłania, między innymi: płeć żeńska, implant osadzany bez cementowo, użycie trzpienia prostego lub rewizyjnego, wtórna osteoporozą [2]. Zgodnie z klasyfikacją Vancouver dzielimy je na śródoperacyjne i pooperacyjne [3-6]. Wystąpienie złamania może wpływać na uzyskiwane wyniki subiektywne, kliniczne i radiologiczne leczenia choroby zwyrodnieniowej stawu biodrowego z użyciem endoprotezy stawu biodrowego.

Celem naszych badań była ocena radiologiczna leczenia złamań okoloprotezowych kości udowej po endoprotezoplastyce stawu biodrowego.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2002-2006 w Katedrze i Klinice Ortopedii i Traumatologii Narządu Śląskiego Uniwersytetu Medycznego Ruchu w Katowicach stwierdzono 125 złamań okoloprotezowych kości udowej (u 119 chorych), w tym 105 śródoperacyjnych i 20 późnych. W podgrupie złamań śródoperacyjnych 84 miało miejsce podczas aloplastyki pierwotnej i 21 podczas rewizyjnej. Do badania kwalifikowano chorych, którzy posiadali dokumentację radiologiczną przebytego leczenia, tj. zdjęcie rentgenowskie stawu biodrowego i kości udowej: przedoperacyjne, pooperacyjne oraz kontrolne wykonane po ok. 12 tyg. oraz co najmniej po roku od zabiegu operacyjnego. Analizowano dokumentację pacjentów poddanych następującym procedurom: endoprotezoplastyka pierwotna całkowita (cementowana i bezcementowa), połowica, rewizyjna z wymianą co najmniej jednego elementu, usunięcie endoprotezy z pozostawieniem biodra „wiszącego” (procedura ta była analizowana w przypadku, gdy intencją operatora była wymiana endoprotezy, natomiast implantacja trzpienia była niemożliwa ze względu na duże ubytki kości lub inne problemy techniczne). Ostatecznie poddano ocenie wyniki leczenia 71 chorych, w tym 58 ze złamaniem śródoperacyjnymi i 13 późnymi. Ze względu na małą liczebność i różnorodność poszczególnych grup pacjentów dokonano tylko oceny jakościowej, bez wykonywania porównawczej analizy statystycznej poszczególnych grup.

Ocenę radiologiczną wyników leczenia ZOKU po ASB dokonano na podstawie schematu opracowanego przez Towarzystwo ds. Stawu Biodrowego – HIP Society, Międzynarodowe Towarzystwo Chirurgii Ortopedyckiej i Traumatologicznej – SICOT oraz Amerykańskie Towarzystwo Ortopedyczne – AAOS [7]. Dodatkowo oceniono wyniki leczenia ZOKU wg

BACKGROUND

Periprosthetic fractures of the femur (PFF) rank among most common complications of total hip replacement (THR) procedures [1]. There are several risk factors, including the female gender, an uncemented implant, the use of a straight or revision stem and secondary osteoarthritis [2]. According to the Vancouver classification, PFFs are divided into intraoperative and postoperative [3-6]. The occurrence of fractures can affect the subjective, clinical and radiological outcomes of a total hip replacement. The aim of the study was a radiological evaluation of treatment of periprosthetic femoral fractures.

MATERIAL AND METHODS

125 periprosthetic fractures (105 intraoperative and 20 on THR follow-up) were recorded in 119 patients at the Department of Orthopedics and Traumatology, Silesian Medical University in Katowice, between 2002 and 2006. In the intraoperative fracture subgroup, 84 occurred during primary replacement surgery and 21 occurred during revision surgery. Only patients who had the complete radiological record of the treatment (preoperative and postoperative radiographs of the hip and follow-up radiographs performed after approximately 12 weeks and at least one year after surgery) were included in the study. We included patients post primary total hip replacement (both cemented and uncemented), hemiarthroplasties, revision THAs with replacement of at least one of the components and, also Girdlestone procedures (the Girdlestone procedures were included into the analysis only when the intention of the surgical team was to perform a revision THR, but it was impossible to insert a revision implant because of loss of bone stock or other technical problems). Ultimately, the results of treatment of 71 patients were evaluated (58 with intraoperative fracture and 13 with fracture during THR follow-up). Due to the small number of fractures and low diversity of the groups, only a qualitative assessment were made, without a statistical comparison of the groups.

Radiologic evaluation of treatment was based on the scheme described by the Hip Society, International Society of Orthopaedic Surgery and Traumatology (SICOT) and the American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS) [7]. The outcomes were additionally evaluated according to the Beals and Tower classification [8]. The treatment groups were evaluated only with regard to the parameters of the femur and femoral component.

klasyfikacji Baelsa i Towera [8]. W grupach badanych oceniano tylko parametry dotyczące kości udowej i trzpienia endoprotezy.

Na radiogramach operowanego stawu biodrowego lub miednicy z uwidocznionymi stawami biodrowymi wykonanych w projekcji przód-tył (AP) badano:

- ustawienie trzpienia w stosunku do długiej osi trzonu kości udowej (pośrednie, szpotawe, koślawe), ocena jakościowa bez pomiarów kąta,
- głębokość osadzenia trzpienia mierzoną względem szczytu krętarza większego,
- osiadanie (zagłębianie się trzpienia) na podstawie stwierdzenia i porównania różnic w głębokości osadzenia trzpienia w kolejnych radiogramach kontrolnych,
- obecność pęknięć cementu wokół trzpienia endoprotezy,
- obecność linii przejaśnienia na granicy trzpień-cement i cement-kość (dla aloplastyk cementowych) oraz na granicy trzpień-kość (dla aloplastyk bezcementowych), z podaniem maksymalnej szerokości i lokalizacji względem trzpienia z określением strefy wg Gruena [9],
- obecność ognisk osteolizy w okolicy łuku Adamsa i krętarza większego, zgodnie z zasadami podanymi przez Zicata [10],
- obecność ogniskowej osteolizy wokół cementu z podaniem wielkości ogniska i lokalizacji względem trzpienia z podaniem strefy wg Gruena [9],
- obecność zmiany grubości (resorpcji lub hipertrofii) warstwy korowej kości udowej na kolejnych zdjęciach kontrolnych,
- obecność skostnień pozaszkieletowych z oceną ich wielkości wg klasyfikacji Brookera [11],
- ocena zrostu kostnego, ocena obserwowanych innych nieprawidłowości lub ewentualnych powikłań (zrost opóźniony, brak zrostu, zaburzenie osi uda, destabilizacja zespolenia, złamanie implantu, nowe złamanie, skrócenie kończyny) wg klasyfikacji Baelsa i Towera [8].

Aby uniknąć błędów pomiarowych związanych z powiększeniem zdjęcia RTG, każdorazowo obliczano wskaźnik powiększenia wykorzystując zmierzoną na zdjęciu wartość średnicy główka endoprotezy i porównując ją do znanej rzeczywistej jej wielkości (28 lub 32 mm).

[Wskaźnik powiększenia = Zmierzona średnica głowy/ Rzeczywista średnica głowy]

WYNIKI

Wyniki oceny radiologicznej leczenia ZOKU uzyskane na podstawie kryteriów opracowanych i rekomendowanych przez HIP SOCIETY, SICOT, AAOS

The following was assessed on A-P radiographs of the operated hip or pelvis:

- position of the stem in relation to the long axis of the femoral shaft (neutral, varus, valgus) – a qualitative assessment without measurement of the angle,
- depth of stem insertion relative to the top of the greater trochanter,
- subsidence of the femoral stem on consecutive follow-up radiographs,
- the presence of cement cracks around the stem,
- the presence of linear radiolucencies between:
 - stem and cement and cement and adjacent bone interface for cemented prostheses,
 - stem and adjacent bone interface for non-cemented prostheses according to Greun zones [9],
- the presence of foci of osteolysis around Adams' arch and the greater trochanter, according to Zicat [10],
- the presence of focal osteolysis around the cement according to size and Greun zones [9],
- the presence of altered thickness (resorption or hypertrophy) of the femoral cortex on consecutive follow-up radiographs
- the presence of heterotopic ossification, with size assessment according to the classification of Brooker [11],
- assessment of bone union, assessment of any other complications (delayed union, nonunion, femoral axis misalignment, destabilization of fixation, implant fracture, new fracture, limb shortening) according to Beals and Tower classification [8].

In order to avoid measurement errors associated with enlargement of objects on radiographs, a magnification factor was calculated for each radiograph by comparing the size of the implant head on the radiograph and its known actual size (28 or 32 mm).

[Magnification ratio = diameter of head on radiograph/actual diameter of head]

RESULTS

Our assessment of the radiological outcomes of PFF treatment according to the criteria described and recommended by the Hip Society, SICOT, AAOS

oraz PTOiTr przedstawiono w Tabelach 1 i 2. Odsetek prawidłowo osadzonych implantów w ustawieniu

and Polish Society of Orthopaedics and Traumatology is shown in Tables 1 and 2.

Tab. 1. Wyniki radiologiczne leczenia śródoperacyjnych ZOKU

Tab. 1. Radiological evaluation of treatment of intraoperative periprosthetic femoral fractures

Badany parametr Parameter	Wielkość badanego parametru Value						
Liczba pacjentów podanych ocenie N number of patients evaluated N	58						
Ustawienie trzpienia w stosunku do długiej osi trzonu kości udowej N (%) position of the stem in relation to the long axis of the femoral shaft N (%)	pośrednie intermediate	40 (72.7)	koślawe valgus	8 (14.5)	szpotawie varus	7 (12.7)	
Głębokość osadzenia trzpienia względem szczytu krętarza większego (mm) mediana (zakres) depth of stem insertion relative to the top of the greater trochanter (mm) median (range)	16 (0-43)						
Osiadanie trzpienia N (%) subsidence of femoral stem N (%)	16 (27.8)						
Wielkość osiadania (mm) mediana (zakres) subsidence of femoral stem (mm) median (range)	4 (1-14)						
Pęknięcia cementu N cement fissures N	0						
Obecność linii przejaśnienia na granicy trzpień-cement N Presence of a linear radiolucency between stem and cement N	0						
Obecność linii przejaśnienia na granicy cement-kość N (%) Presence of a linear radiolucency between cement and adjacent bone N (%)	6 (10.3)						
Strefy Gruena Gruen zones	1	2	3	4	5	6	7
Strefy radiolucencji N Radiolucency zones N	2	2	4	1	1	3	0
Maksymalna stwierdzona szerokość strefy radiolucencji (mm) mediana (zakres) Maximum estimated width of lucent zone (mm) median (range)	2 (1-3)						
Obecność linii przejaśnienia na granicy trzpień-kość N (%) Presence of a linear radiolucency between stem and adjacent bone N (%)	5 (8.6)						
Strefy Gruena Gruen zones	1	2	3	4	5	6	7
Strefy radiolucencji N Radiolucency zones N	0	2	2	1	1	1	0
Maksymalna stwierdzona szerokość strefy radiolucencji (mm) mediana (zakres) Maximum estimated width of lucent zone (mm) median (range)	2 (1-6)						
Ogniska osteolizy w okolicy łuku Adamsa N (%) Presence of foci of osteolysis around Adams' arch N (%)	9 (15.5)						
Ogniska osteolizy krętarza większego N (%) Presence of foci of osteolysis around the greater trochanter N (%)	4 (6.9)						
Ogniskowa osteoliza wokół cementu N (%) Presence of focal osteolysis around the cement N (%)	0						
Resorbca warstwy korowej kości udowej N (%) Femoral cortex resorption N (%)	7 (12.1)						
Strefy Gruena Gruen zones	1	2	3	4	5	6	7
Strefy resorpcji N resorption zones N	0	2	2	0	0	4	1
Przerost (hipertrofia) warstwy korowej N (%) Femoral cortex hypertrophy N (%)	7 (12.1)						
Strefy Gruena Gruen zones	1	2	3	4	5	6	7
Strefy przerostu N Hypertrophy zones N	0	1	0	2	4	2	0
Skostnienia pozaszkieletowe N (%) Presence of heterotopic ossification N (%)	5 (8.6)						
Stopnie klasyfikacji Brokera Broker classification	1	2	3	4			
Liczba pacjentów N number of patients N	2	3	0	0			
Skala Bealsa i Towera N (%) Beals and Tower classification N (%)	Wynik outcome						
	bardzo dobry excellent	dobry good	zły poor				
	32 (57.1)	14 (25)	10 (17.9)				

pośrednim był największy i wyniósł ok. 70 %. zarówno w zabiegach pierwotnych, jak i rewizyjnych. Uwidoczniono często (na poziomie ok. 30%) osiadanie trzpienia endoprotezy w kanale udowym dochodzące nawet do 19 mm po zabiegach rewizyjnych

The percentage of correct stem implantation in the intermediate position was the highest, at approximately 70% (both for primary THR and revision procedures). Femoral component subsidence in the femoral canal up to 19 mm was often (approx. 30%)

Tab. 2. Wyniki radiologiczne leczenia pooperacyjnych ZOKU

Tab. 2. Radiological evaluation of treatment the postoperative periprosthetic femoral fractures

Badany parametr Parameter	Wielkość badanego parametru Value						
Liczba pacjentów podanych ocenie N number of patients N	13						
Ustawienie trzpienia w stosunku do długiej osi trzonu kości udowej N (%) position of the stem in relation to the long axis of the femoral shaft N (%)	pośrednie intermediate	7 (70)	koślawe valgus	0	szpotawe varus	3 (30)	
Głębokość osadzenia trzpienia względem szczytu krętarza większego (mm) mediana (zakres) depth of stem insertion relative to the top of the greater trochanter (mm) median (range)		23 (2-36)					
Osiadanie trzpienia N (%) subsidence of femoral stem N (%)	3 (30)						
Wielkość osiadania (mm) mediana (zakres) subsidence of femoral stem (mm) median (range)		7 (6-19)					
Pęknienia cementu N cement fissures N		1 (7.7)					
Obecność linii przejaśnienia na granicy trzpień-cement N Presence of a linear radiolucency between stem and cement N		2 (15.4)					
Obecność linii przejaśnienia na granicy cement-kość N (%) Presence of a linear radiolucency between cement and adjacent bone N (%)	1	2	3	4	5	6	7
Strefy Gruena Gruen zones	1	2	1	1	1	2	0
Strefy radiolucencji N Radiolucency zones N		2.5 (2-3)					
Maksymalna stwierdzona szerokość strefy radiolucencji (mm) mediana (zakres) Maximum estimated width of lucent zone (mm) median (range)		6 (46.2)					
Obecność linii przejaśnienia na granicy trzpień-kość N (%) Presence of a linear radiolucency between stem and adjacent bone N (%)	1	2	3	4	5	6	7
Strefy Gruena Gruen zones	2	4	5	4	6	2	0
Strefy radiolucencji N Radiolucency zones N		2.5 (2-3)					
Maksymalna stwierdzona szerokość strefy radiolucencji (mm) mediana (zakres) Maximum estimated width of lucent zone (mm) median (range)		0					
Ogniska osteolizy w okolicy łuku Adamsa N (%) Presence of foci of osteolysis around the Adams' arch N (%)		5 (38.5)					
Ogniska osteolizy krętarza większego N (%) Presence of foci of osteolysis around the greater trochanter N (%)		0					
Ogniskowa osteoliza wokół cementu N (%) Presence of focal osteolysis around the cement N (%)		0					
Resorbca warstwy korowej kości udowej N (%) Femoral cortex resorption N (%)		2 (15.4)					
Strefy Gruena Gruen zones	1	2	3	4	5	6	7
Strefy resorpcji N resorption zones N	1	1	0	0	1	1	0
Przerost (hipertrofia) warstwy korowej N (%) Femoral cortex hypertrophy N (%)		0					
Strefy Gruena Gruen zones		2 (15.4)					
Strefy przerostu N Hypertrophy zones N	1	2	3	4			
Skostnienia pozaszkieletowe N (%) Presence of heterotopic ossification N (%)	0	1	1	0			
Stopnie klasyfikacji Brokera Broker classification			Wynik outcome				
	bardzo dobry excellent	dobry good	zły poor				
	3 (30)	2 (20)	5 (50)				



Ryc. 1. Linia przejaśnienia na granicy kość – implant oraz osiadanie trzpienia z uszkodzeniem śrub ryglujących

Fig. 1. The presence of a linear radiolucency between stem and adjacent bone and subsidence of femoral stem with broken locking screws

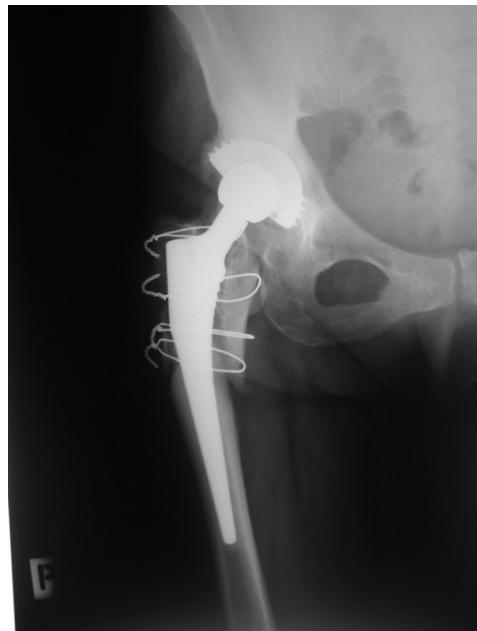


Ryc. 2. Przesunięcie odłamów z osteolizą krętarza większego wokół drutów

Fig. 2. Bone fragment displacement with the presence of foci of osteolysis in the greater trochanter around the wires

(Ryc. 1). Nie obserwowano albo stwierdzono niski odsetek (nieprzekraczający 10%) objawów niekorzystnych w postaci: linii przejaśnienia na granicy trzpien-kość, pęknięć cementu oraz ogniskowej oste-

noted after revision procedures (Fig. 1). Pathological findings, such as lucent zones along the stem-bone interface or cement cracks and focal osteolysis of the greater trochanter and around the cement, were seen



Ryc.3. Przemieszczenie odłamów z osteolizą krętarza większego wokół drutów. RTG kontrolne po roku

Fig. 3. Bone fragment displacement with the presence of foci of osteolysis in the greater trochanter around the wires. X-ray one year later



Ryc. 4. Linia przejaśnienia na granicy kość – cement, cement – implant oraz ogniska osteolizy

Fig. 4. The presence of a linear radiolucency between cement and adjacent bone as well as between stem and cement. Foci of osteolysis

olizy krętarza większego i wokół cementu (Ryc. 1-4). Linie przejaśnienia najczęściej towarzyszyły ASB cementowej, zwłaszcza rewizyjnej i lokalizowały się na granicy cement-kość w 2, 3, 4 i 5 strefie Gruena. Hipertrofia warstwy korowej obserwowana była po

very rarely, in less than 10% of the cases (Figs 1-4). Lucent lines were frequently seen on radiographs of cemented prostheses, particularly after revisions, at the cement-bone interface in Gruen zones 2, 3, 4 and 5. Cortical hypertrophy was seen medially in Gruen's

stronie przyśrodkowej w 4, 5 i 6 strefie Gruena. Osteoliza łuku Adamsa to kolejny objaw niekorzystny, którego częstość występowania kształtowała się na poziomie 15,5 % u pacjentów po śródoperacyjnym i prawie 40% po późnym ZOKU. Rzadkimi powikłaniami były skostnienia pozaszkieletowe uwidocznione u 7 chorych, ale tylko u jednego pacjenta osiągnęły one trzeci stopień w klasyfikacji Brookera.

DYSKUSJA

Ocena radiologiczna wyników endoprotezoplastyki nie jest łatwa. Dodatkowym czynnikiem komplikującym jest wystąpienie ZOKU, gdyż powstaje problem oceny stabilności odłamów kostnych i implantu zespalającego złamanie oraz postępu zrostu kostnego. W celu ujednolicenia terminologii, wyznaczenia parametrów, które należy każdorazowo podać ocenie w badaniu radiologicznym oraz stworzenia możliwości porównywania uzyskanych wyników, HIP SOCIETY, SICOT i AAOS opracowało własny schemat badania. Ocena radiologiczna wyników leczenia sprawia dużo więcej problemów niż ocena kliniczna i subiektywna. Zbadanie wszystkich parametrów wg zaproponowanego schematu badania radiologicznego jest praktycznie w warunkach naszego kraju niemożliwe. Problemy mają wielokierunkowy charakter i mogą być natury organizacyjnej, technicznej lub związanej z czynnikiem ludzkim.

Warunkiem prawidłowej oceny radiologicznej wyników leczenia po ASB, jest posiadanie radiogramu stawu biodrowego z ujęciem kości udowej, pokazującego całą długość trzpienia z dodatkową, kilkucentymetrową przestrzenią poniżej jego końca, wykonanych w dwóch projekcjach przednio-tylnej (AP) i bocznej (osiowej). Wymaga to posiadania aparatu rentgenowskiego umożliwiającego wykonywanie zdjęć na długiej kliszy, co w wielu ośrodkach jest niemożliwe.

Stosowany w naszej Klinice schemat postępowania pooperacyjnego zaleca kontrolę radiologiczną operowanego stawu biodrowego w 1-3 dni po zabiegu, po 3 miesiącach oraz po roku od zabiegu. Terminy ewentualnych kolejnych badań radiologicznych ustalane są indywidualnie w zależności od stanu pacjenta. Rutynowo zlecane są zdjęcia w projekcji AP, natomiast w projekcji osiowej wykonywane są w wyjątkowych przypadkach. Związane jest to z trudnościami technicznymi i nieprzystosowaniem pracowników rentgenowskiej w naszym szpitalu do wykonywania zdjęć w takiej projekcji. Zamiast zdjęć osiowych robione są częściej zdjęcia w pozycji Launesteina [12]. Wymaga ona od pacjenta zgięcia stawu biodrowego do kąta 90° i maksymalnego możliwego od-

zones 4, 5 and 6. Osteolysis of Adams' arc was another pathological findings, seen in 15.5% of patients with intraoperative PFFs and almost 40% of patients with late PFFs. Heterotopic ossification was visible on radiographs of 7 patients, but only one patient was classified as Brooker's stage 3.

DISCUSSION

Radiological evaluation of outcomes of total hip arthroplasty is not simple. The occurrence of PFF is an additional complicating factor as assessing the stability of bone fragments and implant stabilizing the fracture as well as the progress of bone healing is a problem. In order to standardize the terminology and the parameters that must be evaluated on each radiograph and make it possible to compare the results, the Hip Society, SICOT and AAOS have jointly developed their own scheme. Radiological evaluation of outcomes poses more problems than clinical appraisal. Assessment all the parameters according to the proposed scheme of radiological examination is virtually impossible in our country. The problems are multifaceted: organisational, technical and those associated with the human factor.

For proper evaluation of radiological outcomes after a THR, a radiograph of the hip must be obtained that also shows the femur and demonstrates the entire length of the stem and extends several centimeters below the distal end of the stem. Two images: anteroposterior (AP) and lateral (axial) are obtained. This necessitates the use of a device capable of producing long-film radiographs, which is impossible in many centres.

The scheme of postoperative management used in our department recommends follow-up radiographs of the operated hip on post-operative day 1-3 and later at 3 months and one year after surgery. The dates of any subsequent radiological examinations are scheduled individually depending on the patient's condition. AP radiographs are taken routinely, with axial radiographs taken in exceptional cases because of the associated technical difficulties and the inadequacy of the x-ray laboratory at our hospital for obtaining radiographs in this view. Radiographs in the Launestein position are often obtained instead of axial images [12]. They require 90° hip flexion and the maximum possible adduction to allow a lateral view of the femur. In patients with osteoarthritis, this position is often impossible to obtain and in post-THR patients it is contraindicated because of a high risk of anterior dislocation of the prosthesis. The

wiedzenia. Pozycja ta pozwala uzyskać widok w projekcji bocznej kości udowej. U pacjentów z chorobą zwyrodnieniową stawu ułożenie takie jest często niemożliwe do uzyskania, a po ASB niewskazane ze względu na ryzyko przedniego zwichtnięcia endoprotezy. Brak radiogramów w projekcji bocznej uniemożliwił ocenę niektórych parametrów radiologicznych względem stref 8-14 wg Gruena.

Kolejnym problemem związanym z diagnostyką rentgenowską jest fakt częstego wykonywania zdjęć miednicy w projekcji AP, w celu uwidocznienia zmian w stawach biodrowych w przypadku obustronnej postaci choroby. Unika się w ten sposób dodatkowego napromieniowania, do jakiego dochodziły podczas wykonywania zdjęć każdego stawu osobno. Zdjęcie miednicy pozwala porównać oba stawy biodrowe, ale pokazuje nam tylko część bliższą kości udowej. W przypadku pacjentów po ASB nie zostaje uwidoczniony koniec trzpienia i część kości udowej poniżej implantu. Uniemożliwia to ocenę radiologiczną w 3, 4 i 5 strefie Gruena oraz utrudnia ocenę prawidłowości osadzenia trzpienia w kości udowej.

Prawidłowy pomiar kąta sztyjkowo-trzonowego kości udowej i kąta osadzenia trzpienia endoprotezy związany jest z prawidłowym ustawniem kończyny dolnej. Podczas badania obserwujemy często zmiany rotacji w stawie biodrowym, co może wpływać na uzyskiwane wartości mierzonych kątów. Ze względu na powyższe ograniczenia uznano za właściwą tylko jakościową ocenę osadzenia trzpienia, bez analizy wartości liczbowych.

Kolejnym problemem była nie zawsze prawidłowa jakość techniczna zdjęć radiologicznych.

Dla aloplastyk powikłanych śródoperacyjnym ZOKU najczęściej spotykanym niekorzystnym objawem jest osiadanie trzpienia w kanale kości udowej. Wystąpił on w 27,8% przypadków. Zagłębianie się trzpienia powoduje skrócenie kończyny i może wpływać niekorzystnie na stabilność endoprotezy. Miedna wielkość osiadania wyniosła 4 mm. Skrócenie kończyny tej wielkości nie powinno być odczuwalne podczas stania oraz powodować utykania podczas chodu. U pacjenta, u którego stwierdzono maksymalną wartość osiadania – 14 mm, nie wystąpiło zwichtnięcie endoprotezy, natomiast zaobserwowano pęknięcie pętli stabilizujących złamanie założonych dookoła trzonu w części bliższej kości udowej. Było to niestabilne złamanie i należało do typu B3 wg klasyfikacji Vancouver. Podobny przypadek zaobserwowano w grupie złamań późnych, gdzie maksymalna wielkość zagłębiania wyniosła 19 mm. W obu przypadkach założono bezcementową endoprotezę rewizyjną ze stożkowym długim trzpieniem. Zwężające się stożkowo długie trzepienie rewizyjne wykazują

unavailability of lateral radiographs made it impossible to assess some radiological parameters with regard to Gruen's zones 8-14.

Another problem associated with radiological assessment is the frequent practice of obtaining AP images of the pelvis in order to visualise lesions in the hip joints in patients with bilateral disease. This serves to avoid the additional radiation exposure associated with obtaining separate radiographs of each joint. Such pelvic images, while allowing a comparison of the hip joints, show only the proximal part of the femur. Thus, in THR patients, the distal end of the stem and that part of the femur below the implant are not visualised, making impossible a radiologic evaluation of Gruen's zones 3, 4 and 5 and of stem positioning.

The correct measurement of the neck-shaft angle and the angle of stem placement is associated with appropriate positioning of the lower limb. Changes of hip rotation while radiographs are being taken are common, which may affect the measured angle values. Because of these limitations, we considered it appropriate to provide only a qualitative assessment without numerical analysis.

Poor technical quality of radiographs was sometimes also a problem.

For THRs complicated by an intraoperative fracture, the most common sign of PFF was stem subsidence in the femoral canal, which occurred in 27.8% of cases. Subsidence of the stem causes shortening of the limb and can adversely affect implant stability. The median length of stem subsidence in our study was 4 mm. This amount of limb shortening would not be perceived by the patient when standing and would not cause a limp. The maximum subsidence that we observed was 14 mm. In that patient, the joint was not unstable, but we could see rupture of the wire loops stabilizing the stem in the proximal part of the femur. It was an unstable fracture of Vancouver type B3. A similar case was observed in a patient with a late fracture, where the maximum subsidence was 19 mm. Both patients were managed by placing an uncemented revision prosthesis with a long tapering stem. As long tapered stems tend to subside in the femoral canal, we currently prefer to use long simple or modular revision stems. Blacha and Gała recorded four cases of subsidence (5 to 18 mm) of the long cemented Exeter stem used for PFF treatment. They found that these implants perfectly bridged the fracture zone and ensure stability of the peripheral part of the femur leading to union. However, stem subsidence with bone grafts and a concomitant fracture worsens the final outcome [13]. Mulliken et al. observed more frequent subsidence of uncement-

tendencję do osiadania w kanale kości udowej, dlatego też aktualnie w Klinice preferowane jest stosowanie długich prostych i modularnych trzpieni rewizyjnych. Blacha i Gała zaobserwowali 4 przypadki osiadania (od 5 do 18 mm) długiego cementowego trzpienia polerowanego Exeter zastosowanego do leczenia ZOKU. Stwierdzili, że implanty te doskonale mostują strefę złamania i zapewniają stabilność obwodową doprowadzając do uzyskania zrostu, jednak osiadanie trzpienia przy zastosowaniu przeszczepów kostnych i współistniejącym złamaniu pogarsza wyniki końcowe [13]. Mulliken i wsp. zaobserwowali częstsze zagłębianie się trzpieni po endoprotezoplastyce bezcementowej [14]. Zastosowany cement kostny (polimetakrylan metylu) w aloplastyce cementowej wypełnia przestrzeń między implantem a kością i stabilizuje endoprotezę natychmiast po stwardnieniu. Zastosowanie cementu kostnego, poza pewnymi zaletami, ma niestety także wady. Najważniejsza z nich to uszkodzenie tkanki kostnej na granicy cement-kość. Objawia się pojawiением strefy przejaśnienia na tej granicy lub ogniskami osteolizy, które mogą świadczyć o procesie obluzowania endoprotezy. Inną przyczyną uszkodzenia tkanki kostnej wokół endoprotezy jest reakcja organizmu na cząsteczki zużycia i produkty korozji materiałów, z których wykonane są implanty. Różnorodność wielkości, budowy, składu chemicznego cząsteczek może spowodować odmienną odpowiedź organizmu na poziomie komórkowym, tkankowym, a nawet ogólnoustrojowym [15,16]. Różnice w zawartości mediatorów biologicznie aktywnych wytwarzanych przez komórki tworzące okołoprotezową tkankę rzekomomaziówkową znajdującej się w ogniskach osteolizy kostnej i strefach przejaśnienia wokół implantu, mogą świadczyć o odmiennej patogenezie tych procesów [14].

W badanym materiale ogniska osteolizy stwierdzono u 6 (50%) pacjentów z cementową endoprotezą w grupie złamań śródoperacyjnych. Linie radiolucencji zdecydowanie rzadziej występowały na granicy trzpień-kość w przypadku endoprotez bezcementowych.

Agarwal, na podstawie przeglądu piśmiennictwa, podaje częstsze występowanie osteolizy okołoprotezowej kości udowej wokół implantów bezcementowych, zwłaszcza w części bliższej kości udowej [15]. Mulliken i wsp. zaobserwowali, że przerost warstwy korowej w endoprotezoplastykach bezcementowych występował najczęściej w strefie 3 i 5 wg Gruena [14]. Rola produktów zużycia, zwłaszcza cząsteczek polietylenu, w procesach osteolizy prowadzącej do obluzowań aseptycznych jest niepodważalna. Zastosowanie tytanu do wytwarzania endoprotez, hydroksyapatytu do napylania na powierzchnie kontaktowe

ed stems [14]. The bone cement (PMMA) we used in cemented prostheses fills the space between the implant and the bone and stabilizes the prosthesis immediately. However, besides certain advantages, the use of bone cement has its disadvantages. Most importantly, bone tissue is damaged at the cement-bone interface, which is manifested radiographically as the appearance of a lucent line or foci of osteolysis along the interface and sometimes indicates that stem loosening is on-going. Another cause of bone damage around the prosthesis is the body's response to the products of detrition and corrosion of the materials from which implants are made. The diversity of size, structure and chemical composition of the particles may result in a differential response of the body at the cellular, tissue or even systemic level [15,16]. The observed differences in the content of biologically active mediators produced by cells forming the periprosthetic pseudosynovial tissue located at foci of bone osteolysis and lucent zones around the implant may suggest a different pathogenesis of these processes [14].

In our study, osteolytic foci were observed in 6 (50%) patients with cemented prostheses in the intraoperative fracture group. Lucent zones were seen much less frequently at the stem-bone interface in patients with cementless prostheses.

In a review of the literature, Agarwal described a higher incidence of periprosthetic femoral osteolysis around cementless implants, especially in the proximal part of the femur [15]. Mulliken et al. observed that cortical hypertrophy in cementless prostheses was mostly noted in zones 3 and 5 by Gruen [14]. The role of polyethylene wear particles in the processes leading to osteolysis and aseptic loosening is indisputable. The use of titanium in implant manufacturing, hydroxyapatite deposition on the contact surfaces, reducing the use of polyethylene and introduction of metal-metal or ceramic-ceramic articulation are intended to minimize the risk of implant loosening. Understanding the cascade of factors leading to periprosthetic tissue reaction will help design proper pharmacological treatment to avert these processes [17].

Foci of osteolysis around Adams' arc or the greater trochanter and cortical resorption or hypertrophy were rare. Due to their low incidence, statistical assessment was not possible.

The frequency of heterotopic ossification after THR as reported in the literature ranges from 8% to 90% of patients, with severe changes (Brooker's grades III and IV) at 3-55% [16]. In the present study, the incidence of ossification was 8.6% for intraoperative and 15.4% for late fractures, but there was only one high grade case. Gonzalez Della Valle

implantów, ograniczenie wykorzystania polietylenu i wprowadzenie artykulacji metal-metal lub ceramika-ceramika, mają na celu zminimalizować ryzyko wystąpienia obluzowywania się wszczepów. Zrozumienie kaskady czynników doprowadzających do odczynu tkankowego okołoprotezowego pozwoli zastosować leczenie farmakologiczne w celu jego zahamowania [17].

Ogniska osteolizy w okolicy łuku Adamsa, krętara z większego, resorpca lub przerost warstwy koroowej występowały rzadko. Ze względu na ich małą liczbę nie było możliwości wnioskowania statystycznego co do wpływu badanych parametrów naczęstość występowania wymienionych objawów radiologicznych.

Podawana w piśmiennictwie częstość skostnień pozaszkieletowych po ASB wynosi od 8% do 90%, w tym zmiany poważne (III i IV stopień wg Brookera) stanowiły od 3% do 55% [16]. W naszej pracy odsetek wystąpienia skostnień wyniósł 8,6% dla złamań śródoperacyjnych i 15,4% dla późnych, ale zanotowano tylko jeden przypadek ciężki. Gonzalez Della Valle i wsp., ze względu na małą liczbę badań potwierdzających wiarygodność klasyfikacji Brookera, proponują jej własną zmodyfikowaną i uproszczoną wersję. Składa się ona z trzech kategorii i wg autorów pozwala osiągnąć lepszą zgodność uzyskiwanych wyników wśród korzystających z niej lekarzy [18].

Beals i Tower w swojej pracy dotyczącej ZOKU zaproponowali swoją klasyfikację oceny klinicznej chorego po złamaniu. Była ona przeznaczona do oceny wyników leczenia złamań, gdyż jednym z kryterium oceny była obecność zrostu. Ze względu na prostotę tej metody, brak parametrów zależnych od stanu ogólnego i wieku pacjenta, a nastawienie jej na ocenę operowanego stawu, spróbowano zastosować tę skalę w naszym badaniu. W celu umożliwienia wykonania porównań wyników z aloplastykami bez złamania wyłączono z oceny kryterium zrostu kostnego. Nie stwierdzono znaczących różnic wg klasyfikacji Baelsa i Towera między grupami pacjentów z i bez ZOKU. Odsetek wyników bardzo dobrych, dobrych i złych po leczeniu pooperacyjnych ZOKU był zbliżony do tych przedstawionych w oryginalnej pracy Bealsa i Towera [8].

WNIOSKI

1. Ocena radiologiczna leczenia złamań okołoprotezowych kości udowej po aloplastyce stawu biodrowego jest jednym z najtrudniejszych elementów badania stanu pacjentów po operacji.

et al., due to the small number of studies confirming the reliability of Brooker's classification, have proposed their own modified and simplified version. It consists of three categories and, according to the authors, can achieve better compatibility of the results among the physicians using it [18].

Beals and Tower in their study of PFFs introduced their own classification for the clinical evaluation of PFF patients. It was developed to evaluate the results of treatment of fractures, because one of the evaluation criteria was the presence of bone union. Due to the simplicity of this method and the absence of parameters related to the general condition and age of the patient, we decided to use this scale in our study. In order to enable a comparison of the results with a non-PFF group of THR patients, we excluded from the evaluation the criterion of bone union. There were no significant differences according to the Beals and Tower classification between the patients with and without PFF. The ratio of excellent, good and poor outcomes of postoperative PFFs was similar to those presented in Beals and Tower's original study [8].

CONCLUSIONS

1. Radiological evaluation of treatment of periprosthetic femoral fractures after hip replacement surgery is one of the most difficult parts of patient status assessment in post-surgical patients.

2. Do najczęściej obserwowanych niepożądanych objawów radiologicznych należą osiadanie trzpienia oraz obecność ognisk osteolizy w okolicy łuku Adamsa.
 3. Wystąpienie złamania okoloprotezowego kości udowej nie wpływa istotnie na uzyskane wyniki w klasyfikacji wg Bealsa i Towera.
2. The most common pathological findings on radiographs were stem subsidence and the presence of foci of osteolysis around Adams' arc.
 3. The occurrence of PFF does not significantly affect Beals and Tower scores.

PIŚMIENIĘTWO / REFERENCES

1. Della Rocca GJ, Leung KS, Pape H-C. Periprosthetic fractures: epidemiology and future projections. *J Orthop Trauma* 2011; 25(Suppl. 2):66–70.
2. Nowak M, Kusz D, Wojciechowski P, Wilk R. Risk factors for intraoperative periprosthetic femoral fractures during the total hip arthroplasty. *Pol Orthop Traumatol*. 2012;77:59-64.
3. Duncan CP, Masri BA. Fractures of the femur after hip replacement. *Instr Course Lect* 1995; 44: 293-304.
4. Meek RM, Garbuza DS, Masri BA, Greidanus NV, Duncan CP. Intraoperative fracture of the femur in revision total hip arthroplasty with a diaphyseal fitting stem. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86-A (3): 480-5.
5. Van Flandern GJ. Periprosthetic fractures in total hip arthroplasty. *Orthopedics* 2005; 28 (9 Suppl.): 1089-95.
6. Brady OH, Garbuza DS, Masri BA, Duncan CP. The reliability and validity of the Vancouver classification of femoral fractures after hip replacement. *J Arthroplasty* 2000; 15 (1): 59-62.
7. Johnston RC, Fitzgerald RH Jr, Harris WH, Poss R, Müller ME, Sledge CB. Clinical and radiographic evaluation of total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am*. 1990; 72-A (2): 161-8.
8. Beals RK, Tower SS. Periprosthetic fractures of the femur. An analysis of 93 fractures. *Clin Orthop* 1996; 327: 238-46.
9. Gruen TA, McNeice GM, Amstutz HC. „Modes of failure” of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening. *Clin Orthop Relat Res* 1979; 141: 17-27.
10. Zicat B, Engh CA, Gokcen E. Patterns of osteolysis around total hip components inserted with and without cement. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77: 432-9.
11. Brooker AF, Bowerman JW, Robinson RA, Riley LH Jr. Ectopic ossification following total hip arthroplasty. Incidence and method of classification. *J Bone Joint Surg Am* 1973; 55 (8): 1629-32.
12. Greenspan A. Orthopedic Imaging: A Practical Approach, 5th edition 2011.
13. Blacha J, Gałaga J. Periprosthetic fractures of the femur after total hip arthroplasty: etiology and outcome. *Ortop Traumatol Rehabil* 2004; 6 (5): 624-30.
14. Mulliken BD, N. Nayak N, Bourne RB, Rorabeck CH, Bullas R. Early radiographic results comparing cemented and cementless total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 1996; 11 (1): 24-33.
15. Agarwal S. Osteolysis - basic science, incidence and diagnosis. *Curr Orthop* 2004; 18: 220-31.
16. Perry MJ, Mortuza FY, Ponsford FM, Elson CJ, Atkins RM, Learmonth ID. Properties of tissue from around cemented joint implants with erosive and/or linear osteolysis. *J Arthroplasty* 1997; 12 (6): 670-6.
17. Ingham E, Fisher J. The role of macrophages in osteolysis of total joint replacement. *Biomaterials* 2005; 26: 1271-86.
18. Della Valle AG, Ruzo PS, Pavone V, Tolo E, Mintz DN, Salvati EA. Heterotopic ossification after total hip arthroplasty: a critical analysis of the Brooker classification and proposal of a simplified rating system. *J Arthroplasty* 2002; 17(7): 870-5.