

## RESULTS OF TREATMENT THE SHOULDER INJURIES USING ARTHROPLASTY

*Jakub Stefaniak<sup>1,2</sup>, Jan Długosz<sup>1,2</sup>,  
Przemysław Lubiowski<sup>1,2</sup>, Maciej Bręborowicz<sup>1</sup>,  
Marcin Redman<sup>1</sup>, Piotr Czarnecki<sup>1</sup>,  
Leszek Romanowski<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Department and Clinic of Traumatology, Orthopaedics and Hand Surgery, Karol Marcinkowski University of Medical Sciences, Poznań, Poland*

<sup>2</sup>*Rehasport Clinic, Poznań, Poland*

## ABSTRACT

**Introduction.** Replacing the elements of shoulder on the prosthetic components is an effective way of treatment in cases of its various injuries. The success of treatment depends on many factors such as the patient's preparation, the surgical technique used, the biological status and the potential of repairing tissues, the proper post-operative care and rehabilitation process.

**Aim.** The aim of the study was to summarize the results of the shoulder lesions treatment using the arthroplasty.

**Material and Methods.** The study involved 25 patients: 15 women and 10 men. Indications for surgical procedures included: osteonecrosis (AVN; 4 patients), primary or secondary degenerative changes (OA, 15 patients), fractures within the glenohumeral joint (FR, 8 patients). The study consisted of two stages: assessment of range of motion, pain intensity and function of the shoulder before arthroplasty and evaluation of these parameters in the control study. For each patient, there were measured the range of flexion, external rotation and abduction of the shoulder joint. There were evaluated the level of pain using the VAS (Visual Analogue Scale) and the range of upper limb function using the UCLA scoring system.

**Results.** In all groups of patients undergoing the arthroplasty in the shoulder there were obtained improvements regarding the range of motion, function and the pain intensity reduction. Groups of patients with osteonecrosis had the best results for the parameters evaluated preoperatively and obtained the greatest improvement in the control study. The worst results for the range of motion and upper limb function were observed in patients after shoulder fractures.

**Conclusions.** The treatment of shoulder joint with arthroplasty is an effective way to treat pain and

## WYNIKI LECZENIA USZKODZEŃ BARKU ZA POMOCĄ ENDOPROTEZOPLASTYKI

*Jakub Stefaniak<sup>1,2</sup>, Jan Długosz<sup>1,2</sup>,  
Przemysław Lubiowski<sup>1,2</sup>, Maciej Bręborowicz<sup>1</sup>,  
Marcin Redman<sup>1</sup>, Piotr Czarnecki<sup>1</sup>,  
Leszek Romanowski<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Katedra i Klinika Traumatologii, Ortopedii i Chirurgii Ręki, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu*

<sup>2</sup>*Rehasport Clinic, Poznań*

## STRESZCZENIE

**Wprowadzenie.** Wymiana elementów stawu ramiennego na komponenty protezowe jest skutecznym sposobem postępowania w różnych jego uszkodzeniach. Powodzenie leczenia jest uzależnione od wielu czynników takich jak: sposób przygotowania pacjenta, zastosowana technika operacyjna, stan biologiczny oraz potencjał naprawczy tkanek oraz odpowiednia opieka pooperacyjna i proces rehabilitacji.

**Cel pracy.** Celem pracy było podsumowanie wyników leczenia uszkodzeń barku za pomocą endoprotezoplastyki stawu ramiennego.

**Materiał i Metody.** W badaniu udział wzięło 25 pacjentów: 15 kobiet i 10 mężczyzn. Wskazania do postępowania operacyjnego obejmowały: martwica kości (AVN; 4 pacjentów), pierwotne lub wtórne zmiany zwyrodnieniowe (OA; 15 pacjentów) oraz złamania w obrębie stawu ramiennego (FR; 8 pacjentów). Praca obejmowała dwa etapy: ocena zakresu ruchu, dolegliwości bólowych i funkcji stawu ramiennego przed zabiegiem endoprotezoplastyki stawu ramiennego oraz ocena tych parametrów w badaniu kontrolnym. U każdego pacjenta zmierzono zakres ruchu zgięcia, odwiedzenia i rotacji zewnętrznej w stawie ramiennym. Oceniono poziom dolegliwości bólowych za pomocą skali VAS (Visual Analogue Scale) oraz zakres funkcji kończyny górnej za pomocą systemu punktacji UCLA.

**Wyniki.** We wszystkich grupach pacjentów poddanych zabiegowi artroplastyki stawu ramiennego uzyskano polepszenie zakresu ruchu, funkcji oraz zmniejszenie dolegliwości bólowych. Grupa pacjentów z jałową martwicą kości miała najlepsze wyniki badanych parametrów w badaniu przedoperacyjnym oraz uzyskała największą poprawę wykazaną w badaniu kontrolnym. Najgorsze parametry zakresu ruchu oraz funkcji kończyny górnej mieli pacjenci po złamaniu w obrębie stawu ramiennego.

limitation of function in cases when the conservative treatment is ineffective.

## INTRODUCTION

Replacing the elements of shoulder on the prosthetic components is an effective way of treatment the injuries caused by primary or secondary osteoarthritis (OA), fractures (FR), osteonecrosis (AVN), cancer and other inflammatory diseases (Hasan 2008).

The arthroplasty evolution was launched in the '50s by Charles Neer and subjected the consequent changes (Gregory et al, 2007). Starting from a one-piece implant of the humeral head reconstructing its structure, by the endoprosthesis of the second and third generation, finishing with no-pivot implants which were modified or semi-connected by inverted geometry prostheses in patients with dysfunction of the rotator cuff.

Among other elements of the development the shoulder arthroplasty, there are also indications of proper selections, the proper preoperative patient's preparation, the operative technique (soft tissue release, proper positioning of the implant) and rehabilitation.

The main indications for prosthesis of the shoulder are pain and loss of its function due to damage of the joint, which cannot be cured despite the conservative treatment with or without the other effective therapeutic alternatives.

Basic clinical situations that cause these indications occur in cases of the glenohumeral joint osteoarthritis, rheumatoid arthritis, multi-fractures of the proximal humerus, irreparable damages secondary to the degeneration of the rotator cuff, revisions after the previous operating reconstructions of the shoulder, osteonecrosis, traumatic deformities, tumours.

The main contraindication to arthroplasty is the active glenohumeral joint infection or infections in other parts of the body. The different structures of the prosthesis may also be contraindicated in specific clinical situations, such as replacement of the acetabulum in a younger person, or in the case of the rotator cuff damage or the reversed prosthesis in case of deltoideus muscle injury.

Medical, general preparation for arthroplasty of the shoulder is not different from the accepted standards for similar procedures in the lower ex-

**Wnioski.** Zabieg endoprotezoplastyki jest skutecznym sposobem leczenia dolegliwości bólowych oraz ograniczenia funkcji stawu ramiennego w przypadku nieskuteczności leczenia zachowawczego.

## WPROWADZENIE

Wymiana elementów stawu ramiennego na komponenty protezowe jest skutecznym sposobem postępowania w uszkodzeniach barku spowodowanych pierwotnymi lub wtórnymi zmianami zwyrodnieniowymi (OA), złamaniami (FR), martwicą kości (AVN), nowotworami chorobami zapalnymi lub innymi (Hasan 2008).

Zapoczątkowana w latach 50-tych przez Charlesa Neera ewolucja artroplastyki wymiennej podlegała ciągłym zmianom (Gregory i wsp., 2007). Została zapoczątkowana modyfikacjami jednoelementowego implantu rekonstruującego głowę kości ramiennej, poprzez endoprotezy drugiej i trzeciej generacji, kończąc na zmodyfikowanych implantach beztrzeniowych lub pół-związanych protezach o odwróconej geometrii u pacjentów z dysfunkcją pierścienia rotatorów.

Wśród pozostałych elementów rozwoju endoprotezoplastyki stawu ramiennego występują także: właściwy dobór wskazań, odpowiednie przygotowanie przedoperacyjne pacjenta, technika operacyjna (uwolnienie miękkich tkanek, właściwe pozycjonowanie implantów) i rehabilitacja.

Główne wskazania do endoprotezy stawu ramiennego stanowią ból i utrata jego funkcji z powodu uszkodzenia, które nie ustępują pomimo leczenia zachowawczego lub bez innej skutecznej alternatywy terapeutycznej.

Podstawowe sytuacje kliniczne powodujące powyższe wskazania występują w zmianach zwyrodnieniowych stawu ramiennego, reumatoidalnym zapaleniu stawów, wieloodłamowych złamaniach bliższego końca kości ramiennej, nienaprawialnych uszkodzeniach pierścienia rotatorów ze zwyrodnieniem stawu ramiennego, rewizjach po wcześniejszych rekonstrukcjach operacyjnych stawu ramiennego, jałowych martwicach kości, deformacjach pourazowych lub nowotworach.

Podstawowym przeciwwskazaniem do endoprotezoplastyki jest aktywna infekcja stawu ramiennego lub infekcje w innych części ciała. Poszczególne konstrukcje protezy mogą także być przeciwwskazane w specyficznych sytuacjach klinicznych, np. wymiana panewki u osoby młodej lub w obliczu uszkodzenia pierścienia rotatorów lub endoprote-

tremities. Specific orthopaedic preparation should take into account the proper functional assessment, orthopaedic assessment and imaging. Orthopaedic examination aims with determination the loss of function, should take into account the evaluation of global and isolated movement, both active and passive. It is necessary to determine the condition of the extremity neurological function and the deltoid and rotator cuff muscles. Basic imaging x-ray evaluation must take into account the three projections: the real AP, axial in acetabula (eg West Point) and the Y projection or so called "outlet view". In addition, it is useful to define the status of the rotator cuff (MR or ultrasound). In some situations, it may be useful CT examination, which allows for precise assessment of the acetabulum and may be necessary for the classification of fractures of the proximal humerus.

In addition to the basic rules of treatment after the operation the most important is the introduction of an appropriate and consistent improvement. There are algorithms for motor rehabilitation, which cannot, however, constitute the rigid rules of treatment. They must take into account the surgical considerations (tissues savings or injuries) and biological (obtaining the bone symphysis after a fracture or a tendon symphysis after suture). Improvement should be introduced the next day after surgery. It should be subject to orthopaedic and physiotherapeutic control. Rehabilitation period is quite long, and can range from 6 to 9 months. After a period of rehabilitation it is important to evaluate the function and pain in the shoulder in a patient with prosthesis, in order to complete the treatment or modify the process of rehabilitation and treatment in cases of new indications.

#### MATERIAL

There were performed 103 shoulder arthroplasties in The Department of Traumatology, Orthopaedics and Hand Surgery at The Medical University of Poznan from 2001 to 2011 years. In the control study there were 25 patients, 15 women (60%) and 10 men (40%). The protocol of clinical evaluation obtained the consent of the Ethical Committee at The Medical University in Poznan, Poland. Indications for operative procedures included: osteo-

za odwrócona w sytuacji uszkodzenia mięśnia naramiennego.

Ogólnomedyczne przygotowanie do artroplastyki stawu ramiennego nie różni się od przyjętych standardów dla podobnych zabiegów w obrębie kończyn dolnych. Specyficzne przygotowanie ortopedyczne powinno uwzględniać właściwą ocenę funkcjonalną, ortopedyczną i obrazowania. Badanie ortopedyczne ma na celu określić utratę funkcji, powinno uwzględniać określenie ruchu globalnego i izolowanego, zarówno czynnego jak i biernego. Konieczne jest określenie stanu neurologicznego kończyny i funkcji mięśnia naramiennego i mięśni pierścienia rotatorów. Podstawowe obrazowanie musi uwzględniać ocenę rentgenowską w 3 projekcjach: prawdziwe AP, osiowe panewki (np. West Point) oraz projekcją Y lub tzw. „outlet view”. Dodatkowo przydatne jest badanie, w którym określimy stan pierścienia rotatorów (MR lub USG). W niektórych sytuacjach przydatne może być badanie KT, które pozwala na precyzyjną ocenę panewki oraz może być konieczne dla klasyfikacji złamań bliższego końca kości ramiennej.

Obok podstawowych zasad postępowania po operacji najważniejszym jest wprowadzenie odpowiedniego i konsekwentnego usprawniania. Dostępne są algorytmy usprawniania ruchowego, które nie mogą jednak stanowić sztywnych reguł postępowania. Muszą uwzględniać uwarunkowania chirurgiczne (oszczędzenie lub naruszenie tkanek) i biologiczne (uzyskanie zrostu kostnego po złamaniu, lub zrostu ścięgna po zeszyciu). Usprawnianie powinno wprowadzane być następnego dnia po zabiegu operacyjnym. Powinno podlegać kontroli ortopedycznej i fizjoterapeutycznej. Okres rehabilitacji jest dość długi i może wynosić od 6 do 9 miesięcy. Po okresie usprawniania ważna jest ocena funkcji oraz dolegliwości bólowych stawu ramiennego u pacjenta z endoprotezą w celu zakończenia leczenia lub modyfikacji procesu rehabilitacji i leczenia w przypadku nowych wskazań.

#### MATERIAL

W Klinice Traumatologii, Ortopedii i Chirurgii Ręki Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu w latach 2001-2011 wykonano 103 endoprotezoplastyki stawu ramiennego. W badaniu kontrolnym wzięło udział 25 pacjentów z czego 15 kobiet (60%) i 10 mężczyzn (40%). Protokół oceny klinicznej uzyskał zgodę Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu. Wskazania do postępowania operacyjnego obejmowały: martwica kości (AVN);



In addition, an assessment of the shoulder function according to the UCLA scoring system (University of California, Los Angeles) Shoulder Rating Scale consisting of a numbered assessment of pain depending on the performed activity, ability to perform activities of graded difficulty, the range of active anterior flexion, the strength of the anterior flexion and the subjective feeling of patient satisfaction. The final result was evaluated basing on the number of points (from 2 to 35) according to Table II.

**Table II. Final score of the shoulder function by the UCLA scoring system.**

Final results	Points
Very good	34-35
Good	29-33
Poor	<29

The second phase of the study was carried out after the completion of treatment including surgery of the shoulder arthroplasty and postoperative rehabilitation. There was performed a basic study of symptoms including an analysis of medical records: demographics, indications for surgery and the type of surgery; examination: measuring the range of flexion, abduction and external rotation, pain assessment (by VAS) and the evaluation of the shoulder function (according to UCLA). There was also conducted an evaluation of postoperative complications. Patients were evaluated after 35 months after implantation of the prosthesis. The results were statistically analyzed. For the results in the group with normal distribution there was used Student's t-test. For results in a group of abnormal distribution, the nonparametric Mann-Whitney test was used. The calculations were made using the StatPlus Mac 2009 (AnalystSoft). For comparison of three groups the ANOVA test (normal distribution) or Kruskal-Wallis test were used.

## RESULTS

### Preoperative examination

In a clinical study, the main preoperative complaints were a significant reduction in range of motion, pain and impaired function of the upper extremity. Average values of the range of motion for the entire group were for flexion in the shoulder:  $58.9 \pm 45.3$ , extension:  $41.7 \pm 29.8$  and external

Dodatkowo przeprowadzono ocenę funkcji stawu ramiennego według systemu punktacji UCLA (University of California Los Angeles) Shoulder Rating Scale, składającego się z punktowanej oceny bólu w zależności od wykonywanej czynności, możliwości wykonywania czynności o stopniowanej trudności, zakres czynnego zgięcia przedniego, siłę zgięcia przedniego oraz subiektywne odczucie satysfakcji pacjenta. Wynik końcowy oceniany jest na podstawie ilości zdobytych punktów (od 2 do 35) według Tabeli 2.

**Tabela 2. Wynik końcowy funkcji stawu ramiennego według systemu punktacji UCLA.**

Wynik końcowy	Liczba punktów
Bardzo dobry	34-35
Dobry	29-33
Słaby	<29

Drugi etap badania przeprowadzono po zakończeniu leczenia obejmującego zabieg endoprotezoplastyki stawu ramiennego oraz rehabilitację pooperacyjną. Przeprowadzono badanie podmiotowe obejmujące analizę dokumentacji medycznej: dane demograficzne, wskazania do operacji oraz rodzaj zabiegu operacyjnego; badanie przedmiotowe: pomiar zakresu ruchu zgięcia, odwiedzenia i rotacji zewnętrznej, ocenę dolegliwości bólowych (według VAS) oraz ocenę funkcji stawu ramiennego (według systemu UCLA). Przeprowadzono także ocenę powikłań pooperacyjnych. Chorych poddano ocenie średnio po 35 miesiącach od implantacji endoprotezy. Wyniki poddano analizie statystycznej. Dla wyników w grupie z rozkładem normalnym użyto testu T-Studenta. Dla wyników w grupie z rozkładem nienormalnym zastosowano test nieparametryczny Manna-Whitneya. Obliczeń dokonano za pomocą programu StatPlus Mac 2009 (AnalystSoft). Dla porównania 3 grup zastosowano test ANOVA (dla rozkładu normalnego) lub test Kruskal-Wallisa.

## WYNIKI

### Badanie przedoperacyjne

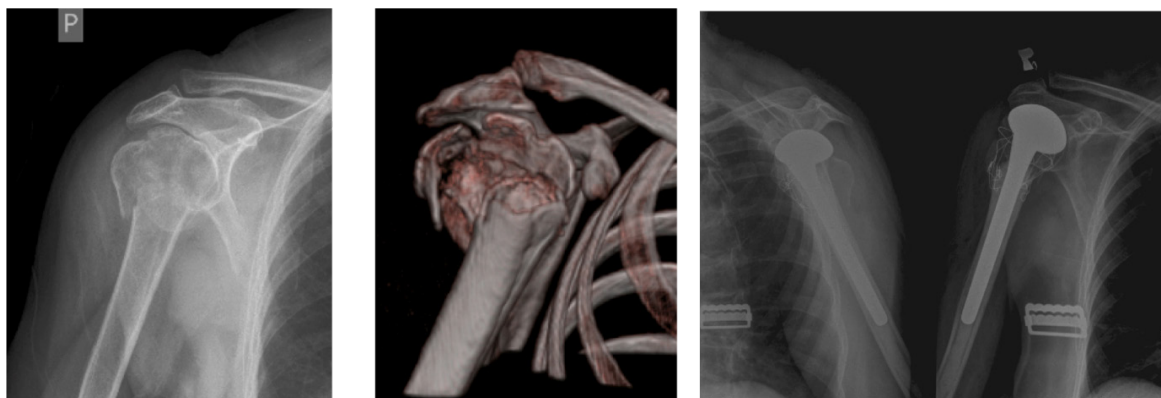
W badaniu klinicznym przedoperacyjnym głównymi dolegliwościami było znaczne ograniczenie zakresu ruchu, ból oraz upośledzenie funkcji kończyny górnej. Średnie wartości zakresu ruchu dla całej badanej grupy wynosiły dla zgięcia w stawie ramiennym:  $58,9 \pm 45,3$ , odwiedzenia:  $41,7 \pm 29,8$

rotation of  $6.3 \pm 14.9$ . Of the whole group of the patients, 11 patients showed flexion range below the average for the test group, 13 persons below the average range of motion, in 15 people extension was in a range smaller than the average value during the rotation of the arm outside.

The highest average range of motion in the direction of flexion and abduction showed a group of patients with aseptic bones necrosis in the shoulder (AVN). The lowest average range occurred in patients with a fracture within the joint (FR). Pain, assessed by subjective ten-point visual analogue scale (VAS - Visual Analogue Scale) in the preoperative period showed a similar intensity in all groups of patients (values from 7.0 to 7.7). The best preserved function of the shoulder showed patients with osteoarthritis (OA) and osteonecrosis of the shoulder (AVN), the subjective value assessed according to the UCLA protocol had similar value. The most limited functionality of the shoulder showed patients with a fracture within the joint (FR).

i rotacji zewnętrznej:  $6,3 \pm 14,9$ . Spośród całej grupy badanych pacjentów, 11 osób wykazywało zakres ruchu zgięcia poniżej wartości średniej dla badanej grupy, 13 osób poniżej średniej zakresu ruchu odwiedzenia oraz 15 osób z zakresem ruchu mniejszym od wartości średniej podczas rotowania ramienia na zewnątrz.

Największy średni zakres ruchu w kierunku zgięcia i odwiedzenia miała grupa pacjentów z jałową martwicą kości stawu ramiennego (AVN). Najniższy występował u pacjentów ze złamaniem w obrębie stawu (FR). Dolegliwości bólowe, oceniane według subiektywnej dziesięciopunktowej skali wzrokowo-analogowej (VAS – Visual Analogue Scale), w okresie przedoperacyjnym wykazywały podobne natężenie u wszystkich grup pacjentów (wartości od 7,0 do 7,7). Najlepiej zachowaną funkcję stawu ramiennego wykazywali pacjenci ze zmianami zwyrodnieniowymi (OA) i martwicą kości stawu ramiennego (AVN), których subiektywne wartości oceniane według protokołu UCLA miały zbliżoną wartość. Najbardziej ograniczoną funkcjonalność stawu ramiennego wykazywali pacjenci ze złamaniem w obrębie stawu (FR).



**Figure 1. Fracture of the proximal humerus. Documentation by X-ray and CT.**

**Rycina 1. Złamanie bliższego końca kości ramiennej. Dokumentacja rtg i TK.**

Groups of patients with primary or secondary degenerative changes of the shoulder joint (OA) had significantly higher performance in the range of flexion, external rotation and the abduction in the preoperative observation than patients whose indication for surgery was a fracture arthroplasty within the glenohumeral joint (FR). These differ-

Grupa pacjentów z pierwotnymi lub wtórnymi zmianami zwyrodnieniowymi stawu ramiennego (OA) miała znacząco wyższe parametry zakresu ruchu zgięcia, odwiedzenia i rotacji zewnętrznej w badaniu przedoperacyjnym niż pacjenci, u których wskazaniem do zabiegu endoprotezoplastyki było złamanie w obrębie stawu ramiennego (FR).

ences were statistically significant. The upper limb (UCLA) function was also significantly better in patients with OA compared to the FR. There was no relationship found between the degree of pain and function of the shoulder joint, and the type of indications for surgery (AVN, FR, OA) ( $p > 0.05$ ) in the preoperative period. Detailed results of the preoperative and control observations for each group (AVN, FR, OA) are shown in Figure 4 and 5.

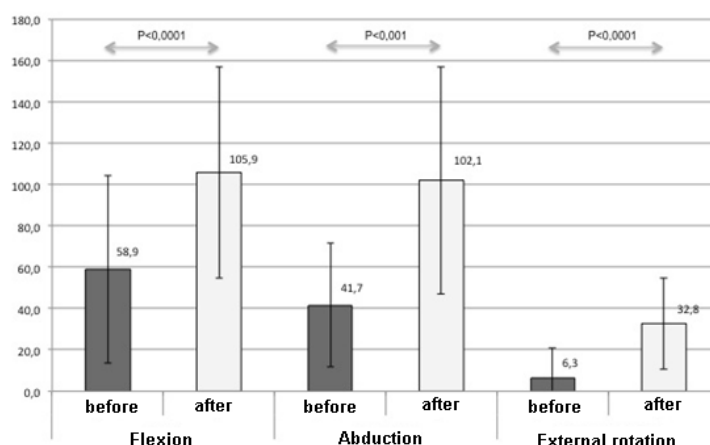
#### Control study (postoperative)

In the group of all the patients, a significant improvement in range of motion compared to the preoperative examination was detected. There was found almost twice as much increase in the average range of flexion and abduction, and more than five times greater increase in mean external rotation (Figure 2). After arthroplasty patients much less complained of pain during normal daily activity. The increase of range of motion and pain reduction significantly influenced the functionality of the upper limb and, consequently, patient satisfaction of the treatment process. Patients obtained higher values in the UCLA form (Figure 3). All data were subjected to statistical analysis, which showed statistically significant differences between preoperative testing and control in all parameters studied (Figure 2 and 3).

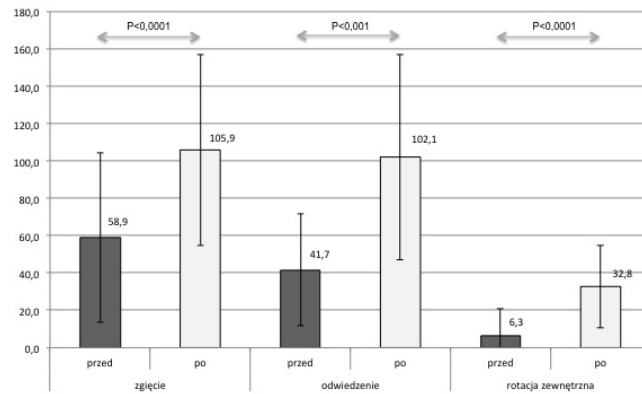
Różnice te były istotne statystycznie. Funkcja kończyny górnej (UCLA) również była istotnie lepsza w grupie pacjentów z OA w porównaniu do grupy z FR. Nie wykazano zależności pomiędzy stopniem dolegliwości bólowych i funkcji stawu ramienne-go, a rodzajem wskazań do zabiegu operacyjnego (AVN, FR, OA) ( $p > 0.05$ ) w okresie przedoperacyjnym. Szczegółowe wyniki badania przedoperacyjnego i kontrolnego dla poszczególnych grup (AVN, FR, OA) przedstawiono na Rycinie 4 i 5.

#### Badanie kontrolne (pooperacyjne)

W grupie wszystkich badanych pacjentów nastąpiło znaczne poprawienie zakresu ruchu w porównaniu z badaniem przedoperacyjnym. Uzyskano prawie dwukrotne zwiększenie średniego zakresu ruchu zgięcia i odwiedzenia oraz ponad pięciokrotne zwiększenie średniego zakresu ruchu rotacji zewnętrznej (rycina 2). Po zabiegu endoprotezoplastyki, pacjenci znacznie mniej skarżyli się na dolegliwości bólowe podczas normalnej codziennej aktywności. Zwiększenie zakresu ruchu oraz zmniejszenie dolegliwości bólowych znacznie podwyższyło funkcjonalność kończyny górnej, a w konsekwencji satysfakcję pacjentów z procesu leczenia. Pacjenci uzyskiwali wyższe wartości w formularzu UCLA (rycina 3). Wszystkie dane poddano analizie statystycznej, która wykazała istotnie statystycznie różnice między badaniem przedoperacyjnym, a kontrolnym we wszystkich badanych parametrach (rycina 2 i 3).



**Figure 2.** Comparison of the mean values of the range of motion in the study group before and after arthroplasty. Arrows indicate statistical significance.



Rycina 2. Porównanie średnich wartości zakresu ruchu w grupie badanej przed i po zabiegu endoprotezoplastyki stawu ramiennego. Strzałkami oznaczono istotność statystyczną.

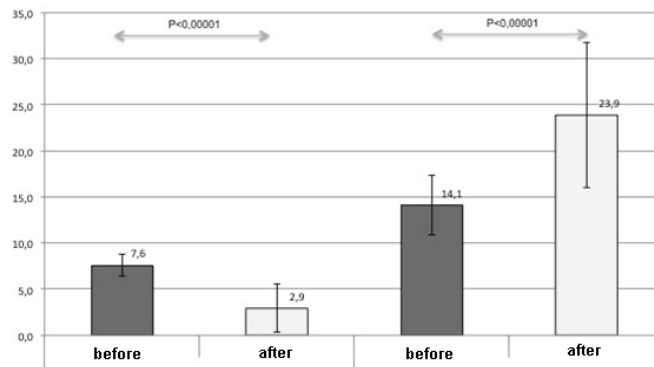
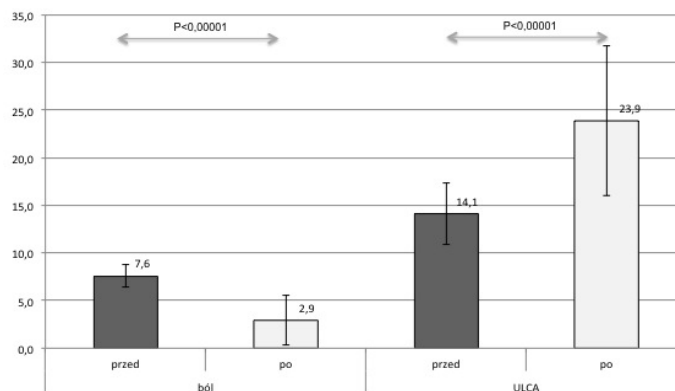
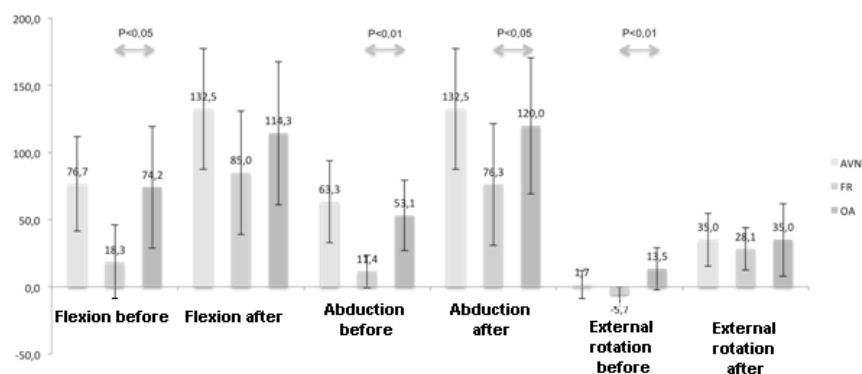


Figure 3. Comparison of the pain intensity and the range of motion in the shoulder (UCLA) in the studied group before and after arthroplasty. Arrows indicate the statistical significances.

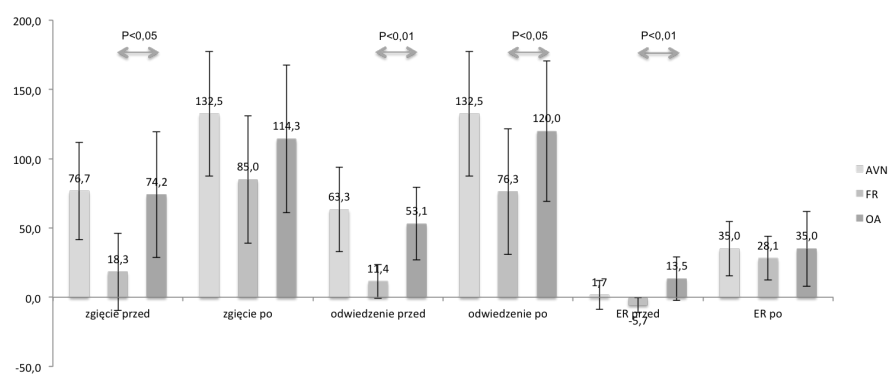


Rycina 3. Porównanie natężenia dolegliwości bólowych oraz zakresu funkcji stawu ramiennego (UCLA) w grupie badanej przed i po zabiegu endoprotezoplastyki. Strzałkami oznaczono istotność statystyczną.

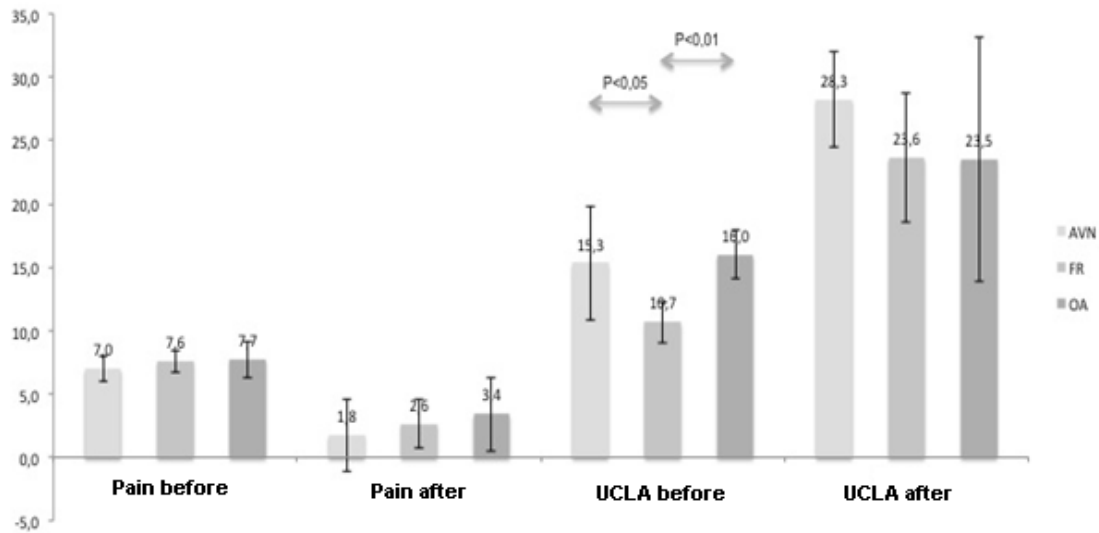




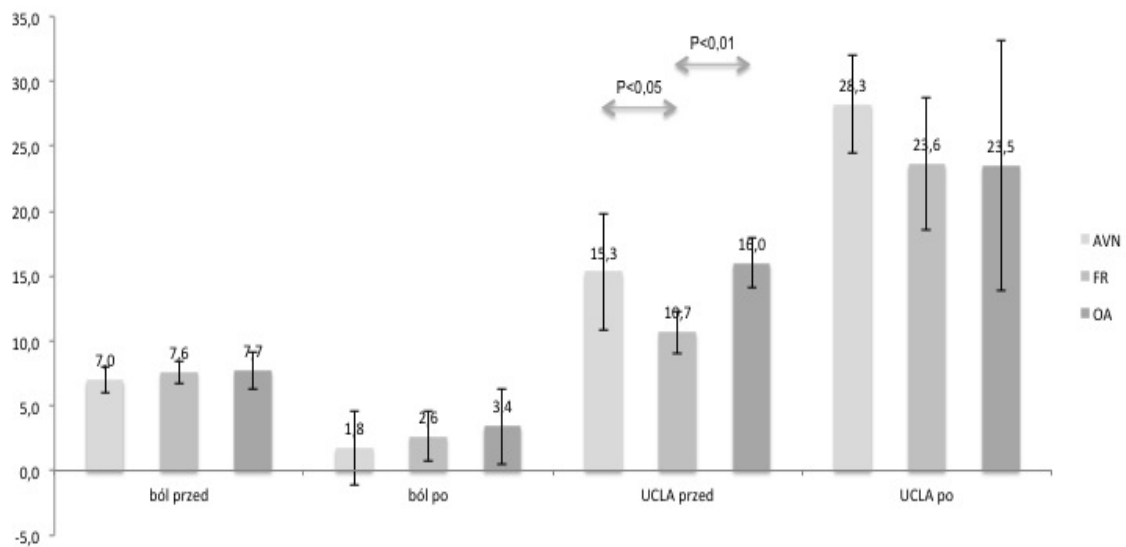
**Figure 4.** Comparison of the ranges of flexion, external rotation and abduction in groups of patients (AVN, FR, OA) during studies before and after surgery. Arrows indicate the statistically significant comparisons between treatment groups with respect to the methods of treatment. All results in the same group examined before and after surgery were statistically significant.



**Rycina 4.** Porównanie zakresów ruchu zgięcia, odwiedzenia i rotacji zewnętrznej u grup pacjentów (AVN,FR, OA) w badaniu przed i pooperacyjnym. Strzałką zaznaczono porównania istotne statystycznie pomiędzy grupami pacjentów ze względu na wskazania do zabiegu. Wszystkie wyniki w tej samej grupie badane przed i po operacji były istotne statystycznie.



**Figure 5.** Comparison of the pain intensity (VAS) and the range of shoulder functions (UCLA) in the studied groups (AVN, FR, OA) before and after arthroplasty. Arrows indicate the statistically significant comparisons between treatment groups with respect to the indications for treatment. All results in the same group examined before and after surgery were statistically significant.



**Rycina 5.** Porównanie natężenia dolegliwości bólowych (VAS) oraz zakresu funkcji stawu ramiennego (UCLA) w badanych grupach (AVN, FR, OA) przed i po zabiegu endoprotezoplastyki. Strzałką zaznaczono porównania istotne statystycznie pomiędzy grupami pacjentów ze względu na wskazania do zabiegu. Wszystkie wyniki w tej samej grupie badane przed i po operacji były istotne statystycznie.



**Figure 6. Range of motion of the upper limb in a patient with necrosis of the humeral head after resurfacing of the shoulder. Radiographic documentation.**

**Rycina 6. Zakres ruchu kończyny górnej u pacjenta z jałową martwicą głowy kości ramiennej po kapoplastyce stawu ramiennego. Dokumentacja radiologiczna.**

Comparison between groups of patients differing in the type of indications for arthroplasty, showed that the average value of the range of motion and the average rating of the function of the shoulder by the UCLA scoring were higher compared to the control tests before surgery for each group. These differences were statistically significant ( $p < 0.05$ ). The intensity of pain in tested groups was significantly lower in the control study compared to pre-operative tests ( $p < 0.05$ ). Detailed data is shown in Figures 4 and 5.

Groups of patients with the bone necrosis of joint showed the best clinical improvement compared to tests before surgery. The range of motion in the upper extremity significantly improved in all tested directions: flexion at  $56^\circ$ ,  $69^\circ$  in abduction and the external rotation at  $33^\circ$ . This group is characterized by the least pain and the best extremity function when compared to other groups of patients with treatment.

The weakest therapeutic effect was observed in patients after fracture of the shoulder. In this group, compared to the test prior to the operation, the range of motion in the upper extremity was significantly improved, but comparing to the other test groups, it was the most restricted. The intensity of pain and range of motion in the upper extremity in this group are similar to those in patients whose indication for surgery was primary or secondary degenerative changes in the glenohumeral joint.

Grupa pacjentów z jałową martwicą kości stawu ramiennego w badaniu kontrolnym wykazała się najlepszą poprawą stanu klinicznego w porównaniu do badania przed operacją. Zakres ruchu kończyny górnej znacznie się poprawił we wszystkich badanych kierunkach: zgięcie o  $56^\circ$ , odwiedzenie o  $69^\circ$  a rotacja zewnętrzna o  $33^\circ$ . Grupa ta charakteryzowała się także najstąbiej nasilonymi dolegliwościami bólowymi oraz najlepszą funkcją kończyny w porównaniu do pozostałych badanych grup.

Najstąbszy efekt terapeutyczny uzyskano u pacjentów po złamaniu kości stawu ramiennego. W grupie tej w stosunku do badania przed operacją zakres ruchu kończyny górnej uległ istotnej poprawie, lecz w porównaniu do pozostałych badanych grup był on najbardziej ograniczony. Natężenie dolegliwości bólowych oraz zakres funkcji kończyny górnej w tej grupie są zbliżone do wartości u pacjentów, u których wskazaniem do zabiegu były pierwotne lub wtórne zmiany zwyrodnieniowe stawu ramiennego. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w stopniu nasilenia dolegliwości bólowych i zakresu funkcji kończyny górnej pomiędzy grupami w badaniu kontrolnym ( $p > 0,05$ ) (Rycina 5).

There were no statistically significant differences in pain intensity and extent of the upper extremity function between the groups of patients in comparison to the control study ( $p > 0.05$ ) (Figure 5).

#### Postoperative complications

In three operated patients (12%) there were found complications in the postoperative period. One patient was infected in the joint with prosthesis, which resulted in the onset of systemic symptoms in the form of sepsis and the need for reoperation with removal of the infected prosthesis. One patient had a frontal dislocation of the TSA prosthesis in its distal part. In one case a head of the prosthesis underwent the subluxation, what did not disturbed the range of motion and function of the extremity.

#### DISCUSSION

In all groups of patients undergoing arthroplasty of the shoulder there were obtained improvement in the range of motion, function of the extremity and pain reduction. Groups of patients with the bone necrosis had the best results of the evaluated parameters preoperatively and showed the greatest improvement in the control study. The worst results with the reference to the range of motion and upper extremity function were found in patients after fracture within the shoulder joint.

The results of the control study showed that treatment with arthroplasty in patients with glenohumeral joint dysfunction after the long-term conservative treatment gives a clear improvement in function, leads to the increase in range of motion and pain reduction of upper extremity (van de Sande et al 2006). Despite the improvement of function after arthroplasty, the mean value of the UCLA scale was below 29 and it was assessed as "poor", but in terms of the expectations of the study group to improvement of the extremity function after surgery it was usually quite sufficient to achieve the independence and patient's satisfaction. Neer et al (1982) describe the patients with a good range of motion at 90°-135°, the occasional pain and the upper extremity function satisfactory enough, allowing for the normal daily activities after surgery. The average range of flexion for patients from all tested groups of our patients was 106° and it was the worse result than the data obtained by Neer et al (1982). Short-term follow-up of patients after the implantation of prosthesis (35 months on average) does not allow assessing the dynamics of changes in range of motion, function,

#### Powikłania pooperacyjne

U trzech operowanych pacjentów (12%) wystąpiły powikłania w okresie pooperacyjnym. U jednego pacjenta doszło do zakażenia protezy stawu ramiennego, co skutkowało wystąpieniem objawów ogólnoustrojowych w postaci sepsy oraz koniecznością reoperacji z usunięciem zakażonej protezy. U jednego pacjenta doszło do zwicznienia przedniego części dystalnej protezy TSA. W jednym przypadku doszło do podwicznienia głowy protezy, co jednak nie upośledziło zakresu ruchu i funkcji kończyny.

#### DYSKUSJA

We wszystkich grupach pacjentów poddanych zabiegowi artroplastiki stawu ramiennego uzyskano polepszenie zakresu ruchu, funkcji oraz zmniejszenie dolegliwości bólowych. Grupa pacjentów z jałową martwicą kości miała najlepsze wyniki badanych parametrów w badaniu przedoperacyjnym oraz uzyskała największą poprawę wykazaną w badaniu kontrolnym. Najgorsze parametry zakresu ruchu oraz funkcji kończyny górnej mieli pacjenci po złamaniu w obrębie stawu ramiennego.

Wyniki w badaniu kontrolnym wykazały, że zabieg endoprotezoplastyki u pacjentów z dysfunkcją stawu ramiennego nieustającą po długotrwałym leczeniu zachowawczym daje wyraźną poprawę funkcji, zwiększenie zakresu ruchu oraz zmniejszenie dolegliwości bólowych kończyny górnej (van de Sande i wsp. 2006). Pomimo polepszenia funkcji po zabiegu endoprotezoplastyki, średnia wartość w skali UCLA była poniżej wartości 29 i oceniana jako „słaba”, jednak pod względem oczekiwań badanej grupy poprawa funkcji kończyny po zabiegu była zwykle całkowicie wystarczająca dla uzyskania samodzielności i satysfakcji pacjenta. Neer i wsp. (1982) opisują u pacjentów dobry zakres ruchu rzędu 90°-135°, sporadyczny ból oraz satysfakcjonującą funkcję kończyny górnej pozwalającą na wykonywanie codziennych czynności po zabiegu endoprotezoplastyki stawu ramiennego. Średni zakres ruchu zgięcia dla grupy wszystkich przebadanych przez nas pacjentów wyniósł 106° i jest wynikiem gorszym od danych uzyskanych przez Neer i wsp. (1982). Krótki czas obserwacji pacjentów od momentu implantacji endoprotezy (średnio 35 miesięcy) nie pozwala ocenić dynamiki zmian

the level of pain and patient satisfaction in subsequent years. Antuna et al (2001) and van de Sande et al (2006) describe diminishing in the patient's subjective satisfaction of upper extremity function during long observation and showed no difference in the range of motion and pain level between the short and long follow-up.

The best results were obtained for parameters studied in patients with bones necrosis of the shoulder. Subjects had a greater range of motion and better function, as well as the reduced pain compared to the other groups in the preoperative observation and obtained the best improvement in the control examination. The study group had the lowest average age (42 years) compared to other groups, which may be supposed that was the main factor responsible for the positive therapeutic effect. Orfaly et al (2007) described a good therapeutic effect in young patients (mean age 54 years) with AVN, improvement in the average range of flexion (88°-123°), external rotation (7°-34°) and showed a statistically significant pain reducing and improving the function in the Simple Shoulder Test (3°-10°). In our test group we obtained a better improvement in the range of flexion from 77° to 133°, a similar improvement in external rotation from 1.7° to 35° and diminishing of the pain sensation.

The most challenging group of patients in the treatment process are fractures within the shoulder joint. These patients were characterized by the lowest range of flexion and external rotation, abduction and the range of upper extremity function in preoperative observation and received the worst score in postoperative study compared to the other groups. The patients of this group achieved satisfactory pain relief in 50%, and reported no or only slight occurrence of pain during movement (VAS: 0-2). In the work of Sirveaux et al (2010) there was obtained a reduction of pain in 60%-90% of cases, and Antuna et al (2008) in 84% of patients with fracture of the shoulder. Both authors paid an attention to the little-than-expected improvement in the range of motion and upper extremity function in the control study. Kralinger et al (2004) reported that only about 42% of patients after arthroplasty received the flexion more than 90° in the range. In our study, the mean range of the anterior flexion was 85°, which was the result worse than described by Demirhan et al (2003) - 113° or Mighell

zakresu ruchu, funkcji, poziomu dolegliwości bólowych i satysfakcji pacjenta w kolejnych latach. Antuna i wsp. (2001) oraz van de Sande i wsp. (2006) opisują zmniejszenie subiektywnego poziomu zadowolenia pacjenta z funkcji kończyny górnej podczas długiego czasu obserwacji oraz nie wykazali różnicy w zakresie ruchu i poziomie dolegliwości bólowych pomiędzy krótkim i długim czasem obserwacji.

Najlepsze wyniki badanych parametrów uzyskano w grupie pacjentów z jałową martwicą kości stawu ramiennego. Badani wykazywali większy zakres ruchu i funkcji oraz mniejsze dolegliwości bólowe w porównaniu do innych grup w badaniu przedoperacyjnym, oraz uzyskali największą poprawę w badaniu kontrolnym. Badana grupa miała najniższy średni wiek (42 lata) w porównaniu do pozostałych grup, co można przypuszczać, że było głównym czynnikiem odpowiedzialnym za pozytywny efekt terapeutyczny. Orfaly i wsp. (2007) opisują dobry efekt terapeutyczny w młodej grupie pacjentów (średnio 54 lata) z AVN z polepszeniem średniego zakresu ruchu zgięcia (88°-123°), rotacji zewnętrznej (7°-34°) oraz wykazała istotne statystycznie zmniejszenie dolegliwości bólowych oraz poprawę funkcji według Simple Shoulder Test (3°-10°). W naszej badanej grupie uzyskaliśmy lepszą poprawę zakresu ruchu zgięcia z 77° do 133°, podobną poprawę rotacji zewnętrznej z 1,7° do 35° oraz zmniejszenie dolegliwości bólowych.

Najbardziej wymagającą grupą w procesie leczniczym są pacjenci ze złamaniem w obrębie stawu ramiennego. Charakteryzowali się najmniejszym zakresem ruchu zgięcia, odwiedzenia i rotacji zewnętrznej oraz zakresem funkcji kończyny górnej w badaniu przedoperacyjnym, oraz uzyskali najgorszy wynik terapeutyczny w badaniu kontrolnym w porównaniu do pozostałych grup. W grupie tej uzyskano satysfakcjonujące zmniejszenie dolegliwości bólowych u 50% pacjentów, którzy zgłaszali brak lub występowanie tylko lekkiego bólu podczas ruchu (VAS: 0-2). W pracy Sirveaux i wsp. (2010) uzyskano zmniejszenie dolegliwości bólowych w 60%-90% przypadków, a w pracy Antuna i wsp. (2008) u 84% operowanych z powodu złamania stawu ramiennego. Obaj autorzy zwracają uwagę na mniejsze niż oczekiwane polepszenie zakresu ruchu i funkcji kończyny górnej w badaniu kontrolnym. Kralinger i wsp. (2004) opisują, że tylko około 42% pacjentów po zabiegu artroplastyki uzyskało zakres ruchu zgięcia powyżej 90°. W naszym badaniu uzyskano średni zakres zgięcia przedniego 85°

et al (2003) - 128°. In our study group the patients with FR showed the smallest improvement in the range of flexion, the external rotation and abduction, comparing to other treated groups. Difficulties in achieving the therapeutic success in this group can be caused by a number of independent factors, such as the type of fracture, the preoperative preparation, the operation technique and experience of the operator as well as the individual factors for each patient: the healing process and associated diseases such as osteoporosis (Sirveaux et al 2010).

In all surgical patients we entered the immobilization of the shoulder orthosis in neutral rotation for a period of 4 to 6 weeks with the introduction of passive exercise. Brems (1994), Brown and Friedman (1998) and Cameron et al (2001) emphasized the need for early rehabilitation of passive range of motion for the secondary prevention of joint stiffness. The time of rehabilitation in patients after arthroplasty lasted from 6 to 9 months (Wilcox et al 2005) with avoiding too aggressive rehabilitation process that could lead to the syndrome of reflex sympathetic dystrophy, stiffness, damage of the rotator cuff and the anterior instability (Boileau et al 2006). Such complications were not observed in any of the patients from study group.

The risk of complications after shoulder arthroplasty is approximately 15% (Bohsali et al 2006). The most common complications are: loosening of implants, shoulder instability, periprosthetic fracture, rotator cuff damage, nerves damage, infections and disorders of the deltoid muscle. Less common complications include acromion fracture, hematoma, periarticular calcification, wear or damage to the implant (Buck et al 2008). In 12% of patients in the study group there appeared postoperative complications, of which 8% were for shoulder instability, and 4% infection of the prosthesis. The risk of revision surgery after shoulder arthroplasty is approximately 7% after 13 years post-surgery (Buck et al 2008). In the study group we performed only one revision surgery (4%).

## CONCLUSIONS

The arthroplasty is an effective way to treat the pain and limitation of shoulder joint function in the case of ineffective conservative treatment. It allows

co jest wynikiem gorszym od opisywanych przez Demirhan i wsp. (2003) – 113° lub Mighell i wsp. (2003) – 128°. W naszym badaniu grupa pacjentów z FR uzyskała najmniejszą poprawę zakresu ruchu zgięcia, odwiedzenia i rotacji zewnętrznej w porównaniu do pozostałych badanych grup. Trudności w osiągnięciu sukcesu terapeutycznego w tej grupie mogą być spowodowane występowaniem wielu niezależnych czynników takich jak rodzaj złamania, przygotowanie przedoperacyjne, technika operacji i doświadczenie operatora a także czynników indywidualnych dla każdego pacjenta: procesu gojenia i chorób towarzyszących takich jak osteoporoza (Sirveaux i wsp. 2010).

U wszystkich operowanych pacjentów wprowadzono unieruchomienie stawu ramiennego w ortezie w rotacji neutralnej na okres od 4 do 6 tygodni z wprowadzeniem ćwiczeń biernych. Brems (1994) Brown i Friedman (1998) i Cameron i wsp. (2001) zwracali uwagę na konieczność prowadzenia wczesnego usprawniania biernego zakresu ruchu w celu profilaktyki wtórnej sztywności stawów. Czas rehabilitacji pacjentów po zabiegu endoprotezoplastyki trwał od 6 do 9 miesięcy (Wilcox i wsp. 2005) z unikaniem zbyt agresywnego procesu rehabilitacji, który może prowadzić do zespołu odruchowej dystrofii współczulnej, sztywności, uszkodzenia pierścienia rotatorów i niestabilności przedniej (Boileau i wsp. 2006). U żadnego pacjenta z badanej grupy takich powikłań nie zaobserwowano.

Ryzyko powikłań po artroplastyce stawu ramiennego wynosi około 15% (Bohsali i wsp. 2006). Najczęstsze powikłania stanowią: obluzowanie implantów, niestabilność barku, złamanie okołoprotezowe, uszkodzenia pierścienia rotatorów, uszkodzenia nerwów, infekcje i zaburzenia funkcji mięśnia naramiennego. Do rzadszych powikłań należą złamania wyrostka barkowego, krwiak, zwapnienia okołostawowe, zużycie lub uszkodzenie implantu (Buck i wsp. 2008). U 12% pacjentów z badanej grupy wystąpiły powikłania pooperacyjne, z czego 8% dotyczyło niestabilności barku, a 4% zakażenia endoprotezy. Ryzyko operacji rewizyjnej po zabiegu artroplastyki stawu ramiennego wynosi około 7% po około 13 latach od zabiegu (Buck et al 2008). W badanej grupie doszło do jednej operacji rewizyjnej (4%).

## WNIOSKI

Zabieg endoprotezoplastyki jest skutecznym sposobem leczenia dolegliwości bólowych oraz ograniczenia funkcji stawu ramiennego w przypad-

improving the clinical status in patients with bone necrosis, fracture or degenerative changes within the shoulder joint. The best therapeutic effect is achieved in young patients, and in cases in which the indication for surgery is avascular necrosis of the shoulder. Patients after trauma and hip fracture have a worse prognosis compared to other groups, but properly conducted treatment and rehabilitation process improve function, reduces pain and increases range of motion of the shoulder sufficient for daily activities.

#### REFERENCES

- Antuna S.A.**, Sperling J.W., Cofield R.H., Rowland C.M. Glenoid revision surgery after total shoulder arthroplasty. *J Shoulder, Elbow Surg*, 2001;10:217–224.
- Antuna S.A.**, Sperling J.W., Cofield R.H. Shoulder hemiarthroplasty for acute fractures of the proximal humerus: a minimum five- year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg*, 2008;17:202–209.
- Bohsali K.I.**, Wirth M.A., Rockwood C.A. Jr, Complications of total shoulder arthroplasty, *J Bone Jt Surg Am*. 2006; 88:2279–2292.
- Boileau P.**, Sinnerton R., J.,Chuinard C., Walch G., Arthroplasty of the shoulder, *J Bone Joint Surg [Br]* 2006;88-B:562-75.
- Brems JJ.** Rehabilitation following shoulder arthroplasty. In: Friedman RJ, ed. *Arthroplasty of the Shoulder*. New York, NY: Theime Medical Publishers; 1994:99-111.
- Brown DD**, Friedman RJ. Postoperative rehabilitation following total shoulder arthroplasty. *Orthop Clin North Am*. 1998;29:535-547.
- Buck FM**, Jost B, Hodler J. Shoulder arthroplasty. *Eur Radiol* 2008; 18: 2937–2948.
- Burroughs PL**, Gearen PF, Petty WR, Wright TW. Shoulder arthroplasty in the young patient. *J Arthroplasty* 2003; 18,6:792-798.
- Cameron B**, Galatz L, Williams GR, Jr. Factors affecting the outcome of total shoulder arthroplasty. *Am J Orthop*. 2001;30:613-623.
- Demirhan M**, Kilicoglu O, Altinel L, Eralp L, Akalin Y. Prognostic factors in prosthetic replacement for acute proximal humerus fractures. *J Orthop Trauma* 2003;17:181-8.
- Gregory T**, Hansen U, Emery RJ, Augereau B, Amis AA. Developments in shoulder arthroplasty. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engi-*

ku nieskuteczności leczenia zachowawczego. Pozwala na poprawę stanu klinicznego u pacjentów z jałową martwicą kości, zmianami zwyrodnieniowymi lub złamaniem w obrębie stawu ramiennego. Najlepszy efekt terapeutyczny uzyskuje się u młodych pacjentów oraz w przypadkach, w których wskazaniem do zabiegu jest jałowa martwica kości stawu ramiennego. Pacjenci po urazie i złamaniu kości stawu mają gorsze rokowanie w porównaniu do pozostałych grup, lecz prawidłowo przeprowadzony zabieg i proces usprawniania poprawia funkcję, zmniejsza dolegliwości bólowe oraz poprawia zakres ruchu stawu ramiennego wystarczające do codziennej aktywności.

#### PIŚMIENNICTWO

- Antuna S.A.**, Sperling J.W., Cofield R.H., Rowland C.M. Glenoid revision surgery after total shoulder arthroplasty. *J Shoulder, Elbow Surg*, 2001;10:217–224.
- Antuna S.A.**, Sperling J.W., Cofield R.H. Shoulder hemiarthroplasty for acute fractures of the proximal humerus: a minimum five- year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg*, 2008;17:202–209.
- Bohsali K.I.**, Wirth M.A., Rockwood C.A. Jr, Complications of total shoulder arthroplasty, *J Bone Jt Surg Am*. 2006; 88:2279–2292.
- Boileau P.**, Sinnerton R., J.,Chuinard C., Walch G., Arthroplasty of the shoulder, *J Bone Joint Surg [Br]* 2006;88-B:562-75.
- Brems JJ.** Rehabilitation following shoulder arthroplasty. In: Friedman RJ, ed. *Arthroplasty of the Shoulder*. New York, NY: Theime Medical Publishers; 1994:99-111.
- Brown DD**, Friedman RJ. Postoperative rehabilitation following total shoulder arthroplasty. *Orthop Clin North Am*. 1998;29:535-547.
- Buck FM**, Jost B, Hodler J. Shoulder arthroplasty. *Eur Radiol* 2008; 18: 2937–2948.
- Burroughs PL**, Gearen PF, Petty WR, Wright TW. Shoulder arthroplasty in the young patient. *J Arthroplasty* 2003; 18,6:792-798.
- Cameron B**, Galatz L, Williams GR, Jr. Factors affecting the outcome of total shoulder arthroplasty. *Am J Orthop*. 2001;30:613-623.
- Demirhan M**, Kilicoglu O, Altinel L, Eralp L, Akalin Y. Prognostic factors in prosthetic replacement for acute proximal humerus fractures. *J Orthop Trauma* 2003;17:181-8.
- Gregory T**, Hansen U, Emery RJ, Augereau B, Amis AA. Developments in shoulder arthroplasty. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engi-*

neers, Part H: Journal of Engineering in Medicine 2007;221: 87.

**Hasan SS.** Humeral Anatomy and Reconstruction; Orthopedic Knowledge Update, Shoulder and Elbow, 2008; 37:361-374.

**Kralinger F,** Schwaiger R, Wambacher M, Farrell E, Menth-Chiari W, Lajtai G, Hübner C, Resch H. Outcome after primary hemiarthroplasty for fracture of the head of the humerus. AA retrospective multicentre study of 167 patients. J Bone Joint Surg Br 2004;86:217-219.

**Mighell MA,** Kolm GP, Collinge CA, Frankle MA. Outcomes of hemiarthroplasty for fractures of the proximal humerus. J Shoulder Elbow Surg 2003;12:569-577.

**Neer II CS,** Watson KC, Stanton FJ. Recent experience in total shoulder replacement. J Bone Joint Surg Am 1982; 64:319-336.

**Orfaly RM,** Rockwood CA Jr, Esenyel CZ, Wirth MA. Shoulder arthroplasty in cases with avascular necrosis of the humeral head. J Shoulder Elbow Surg. 2007;16(3 Suppl):27-32.

**van de Sande MA,** Brand R, Rozing PM. Indications, complications, and results of shoulder arthroplast. Scand J Rheumatol. 2006;35(6):426-434.

**Sirveaux F,** Roche O, Molé D. Shoulder arthroplasty for acute proximal humerus fracture. Orthop Traumatol Surg Res. 2010;96(6):683-694.

**Wilcox RB,** Arslanian LE, Millett P. Rehabilitation following total shoulder arthroplasty. J Orthop Sports Phys Ther. 2005;35(12):821-836.

neers, Part H: Journal of Engineering in Medicine 2007;221: 87.

**Hasan SS.** Humeral Anatomy and Reconstruction; Orthopedic Knowledge Update, Shoulder and Elbow, 2008; 37:361-374.

**Kralinger F,** Schwaiger R, Wambacher M, Farrell E, Menth-Chiari W, Lajtai G, Hübner C, Resch H. Outcome after primary hemiarthroplasty for fracture of the head of the humerus. A retrospective multicentre study of 167 patients. J Bone Joint Surg Br 2004;86:217-219.

**Mighell MA,** Kolm GP, Collinge CA, Frankle MA. Outcomes of hemiarthroplasty for fractures of the proximal humerus. J Shoulder Elbow Surg 2003;12:569-577.

**Neer II CS,** Watson KC, Stanton FJ. Recent experience in total shoulder replacement. J Bone Joint Surg Am 1982; 64:319-336.

**Orfaly RM,** Rockwood CA Jr, Esenyel CZ, Wirth MA. Shoulder arthroplasty in cases with avascular necrosis of the humeral head. J Shoulder Elbow Surg. 2007;16(3 Suppl):27-32.

**van de Sande MA,** Brand R, Rozing PM. Indications, complications, and results of shoulder arthroplast. Scand J Rheumatol. 2006;35(6):426-434.

**Sirveaux F,** Roche O, Molé D. Shoulder arthroplasty for acute proximal humerus fracture. Orthop Traumatol Surg Res. 2010;96(6):683-694.

**Wilcox RB,** Arslanian LE, Millett P. Rehabilitation following total shoulder arthroplasty. J Orthop Sports Phys Ther. 2005;35(12):821-836.

This project was funded by the Polish National Science Centre, DEC-2011/01/B/NZ7/03596.

Corresponding author: Jakub Stefaniak; ul. Urbanowska 16a/6; 60-647 Poznań; jakub.stefaniak@rehasport.pl; 604 280 566

Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki, DEC 2011/01/B/NZ7/03596.

Autor odpowiedzialny za korespondencję: Jakub Stefaniak; ul. Urbanowska 16a/6; 60-647 Poznań; jakub.stefaniak@rehasport.pl; 604 280 566