

Zastosowanie protezy „custom made” w leczeniu chrzęstniakomięsaka dalszej części kości promieniowej

The Use of a Custom-made Prosthesis in the Treatment of Chondrosarcoma of Distal Radius

Grzegorz Guzik

Oddział Ortopedii Onkologicznej Szpitala Specjalistycznego w Brzozowie – Podkarpacki Ośrodek Onkologiczny, Polska
Department of Oncological Orthopaedics, Specialised Hospital in Brzozów – Podkarpackie Centre of Oncology, Poland

STRESZCZENIE

W dalszej części kości promieniowej najczęściej spotyka się nowotwory pierwotne i są to prawie wyłącznie torbiele tętniakowate oraz guzy olbrzymiokomórkowe. Chrzęstniakomięsaki najczęściej lokalizują się w miednicy, żebrach oraz proksymalnych częściach kończyn, natomiast w kościach przedramienia rzadko. Ubytki kości po resekcji dalszej części kości promieniowej można uzupełnić graftami kostnymi zarówno auto, jak i allogennymi. Zawsze istnieje ryzyko opóźnienia lub braku zrostu, co skłania do poszukiwania nowych metod leczenia. Ostatnio coraz częściej wykorzystywane są protezy „custom made”.

Na początku roku 2015 w Oddziale Ortopedii Onkologicznej w Brzozowie diagnozowano 25 letniego pacjenta z powodu guza obejmującego nasadę i przynasadę dalszą kości promieniowej prawej. Badania obrazowe potwierdziły nowotworowy charakter zmiany, a wykonana biopsja pozwoliła rozpoznać chrzęstniakomięsaka. Zaplanowano resekcję radykalną guza, a ubytek kości zastąpiono protezą „custom made”. Cykl projektowania i produkcji protezy trwał 4 tygodnie, a sam zabieg i okres pooperacyjny przebiegł bez powikłań. Po zabiegu przedramię i nadgarstek unieruchomiono w szynie gipsowej na okres 6 tygodni, a następnie rozpoczęto rehabilitację. Wynik leczenia okazał się dobry. Trzy miesiące po operacji pacjent ma wydolny chwyt i dobry zakres ruchomości nadgaraska.

Leczenie operacyjne guzów złośliwych dalszej części kości promieniowej z rozległą resekcją kości sprowadza problem uzupełnienia ubytku kości i przywrócenia możliwie dobrej funkcji ręki. Powszechnie znane i stosowane są rekonstrukcje z użyciem autogennych lub allogennych przeszczepów kości, umożliwiające częściowe odtworzenie powierzchni stawowej stawu promieniowo-nadgarstkowego i DRUJ. Użycie dużych, nawet unaczynionych, przeszczepów kości wiąże się z ryzykiem braku zrostu kostnego oraz ograniczenia sprawności ręki. Obecnie coraz rzadziej wykonuje się artrodezy stawu promieniowo-nadgarstkowego. Dobrym rozwiązaniem wydaje się stosowanie protez projektowanych indywidualnie dla pacjentów. Metoda umożliwia anatomiczne odtworzenie kształtu kości i powierzchni stawowych oraz zapewnia dobrą sprawność i funkcję kończyny. Powikłania opisywane w piśmiennictwie są rzadkie. Brakuje obecnie dużych prac zbiorczych opisujących leczenie z użyciem protez „custom made”.

Słowa kluczowe: protezoplastyka custom made, chrzęstniakomięsaki, guzy pierwotne kości, protezoplastyka stawu promieniowo-nadgarstkowego.

SUMMARY

The most common neoplasms of the distal radius are primary tumors, of which aneurysmal bone cysts and giant cell tumors are seen almost exclusively. Chondrosarcomas are most commonly located in the pelvis, ribs and proximal segments of the extremities; they rarely occur in forearm bones. Bone defects after distal radial resection can be replaced with bone grafts, both autogenous and allogenic. There is always a risk of failure of the bones to mend or slower synostosis, which necessitates the search for new treatments. Recently, custom-made prostheses have been used with increasing frequency.

In early 2015, a 25-year-old male patient was admitted to the Department of Orthopedic Oncology in Brzozów on account of a tumor involving the epiphysis and metaphysis of the right distal radius. Imaging studies confirmed that the lesion was a neoplasm and a biopsy revealed a chondrosarcoma. Radical resection of the tumor was attempted and a custom-made prosthesis was inserted in the place of the bone defect. The prosthesis was designed and manufactured over 4 weeks. No complications occurred during the surgery or in the postoperative period. After the surgery, the forearm and wrist were in a plaster splint for 6 weeks and then rehabilitation was started. The treatment outcome was good. Now, three months after the surgery, the patient has good wrist mobility and efficient grip.

Surgical treatment of malignant tumors of the distal radius with extensive bone resection poses the challenge of bone replacement and recovery of fair hand function. Commonly known and practised, reconstructions with autogenous or allogenic bone grafts enable partial restoration of the radiocarpal joint surface and DRUJ. The use of large bone grafts is associated with a risk of non-union and limited hand function even if the grafts are vascularized. Arthrodesis of the radiocarpal joint is currently performed less and less frequently. Custom-made prostheses appear to be a good solution. This method makes it possible to restore the anatomy of bones and joint surfaces and to achieve good limb function and mobility and the incidence of complications, as described in the literature, is low. Large meta-analyses on the use of custom-made prostheses are still lacking.

Key words: custom-made arthroplasty, chondrosarcomas, primary bone tumors, radiocarpal joint arthroplasty

WSTĘP

Nowotwory pierwotne kości zlokalizowane w dalszej części kości promieniowej to prawie wyłącznie guzy olbrzymiokomórkowe oraz torbiele tętniakowate. Dużo rzadziej spotyka się mięsaki kostne, chrzęstniaki i chrzęstniakomięsaki. Objawy nie są charakterystyczne, pacjenci skarżą się na bóle, ograniczenie ruchomości i osłabienie siły ręki. Deformacje przedramienia są objawami późnymi i świadczą o znacznym zaawansowaniu choroby. Rozpoznanie stawia się na podstawie obrazów radiologicznych, a potwierdza histopatologicznie wykonując biopsję kości [1,2].

Leczenie pierwotnych złośliwych guzów kości jest uzależnione od rodzaju nowotworu i stadium jego zaawansowania oraz jego stopnia złośliwości. Guzy złośliwe o podłożu chrzęstnym nie są wrażliwe na leczenie onkologiczne, a terapią z wyboru jest leczenie operacyjne. Zabieg operacyjny należy dokładnie zaplanować, w czym niezwykle pomocne są obrazy rezonansu magnetycznego oraz tomografii komputerowej. Guzy wewnątrzprzedziałowe należy usunąć z szerokim marginesem zdrowych tkanek. Guzy naciekające na naczynia, nerwy oraz powodujące złamania patologiczne, o wysokim stopniu złośliwości mogą być wskazaniem do wykonania amputacji [1].

Po resekcji guza kości, powstaje problem uzupełnienia powstałego ubytku kości i przywrócenia funkcji kończyny. Powszechnie stosuje się przeszczepy auto i allogenne kości, przeszczepy unaczynione kości oraz protezy. W rzadkich lokalizacjach niezbędne bywa zastosowanie protez konstruowanych indywidualnie dla pacjenta na podstawie przedoperacyjnego obrazu tomografii komputerowej. Protezy takie są alternatywą dla stosowania allograftów kości, które nie zawsze ulegają wgojeniu. Wciąż dużym problemem pozostaje jednak długi czas ich produkcji oraz wysoka cena zakupu. W piśmiennictwie znaleźć można niewielką liczbę opisów użycia protez „custom made” po resekcji dalszej części kości promieniowej [3-7].

OPIS PRZYPADKU

W styczniu 2015 roku 25-letni mężczyzna, diagnozowany w rejonie z powodu bólu dalszej części kości promieniowej prawej, trafił do Oddziału Ortopedii Onkologicznej w Brzozowie z rozpoznaniem guza. Wykonane radiogramy nadgarstka i przedramienia w dwóch projekcjach ujawniły guz wielkości 5,5x4 cm zlokalizowany w nasadzie dalszej kości promieniowej, z uszkodzeniem warstwy korowej. Wykonane badania tomografii komputerowej oraz rezonansu magnetycznego potwierdziły obecność nieprawidłowych mas chrzęstno-kostnych w kości, z uszkodzeniem niewielkiego odcinka warstwy korowej ko-

BACKGROUND

Primary tumors of the distal radius are almost exclusively aneurysmal bone cysts and giant cell tumors. Osteosarcomas, chondromas and chondrosarcomas are much less common. The symptoms are non-specific: patients often complain of pain, limited hand mobility and hand weakness. Forearm deformities are late symptoms and indicate advanced disease. The diagnosis is based on radiographic evidence and confirmed by histopathological examination of a bone biopsy specimen [1,2].

The treatment of primary bone cancers varies with the type, stage and grade of the tumor. Malignant chondromas are not susceptible to oncological treatment and surgery is the treatment of choice. Surgery should be carefully planned, with magnetic resonance and computed tomography images being very helpful. Intracompartmental tumors should be resected with a wide surgical margin of healthy tissues. High-grade tumors infiltrating vessels, nerves and causing pathological fractures may be an indication for amputation [1].

A problem that arises following bone tumor resection is that of filling the bone defect and restoring limb function. Autogenous and allogenic bone grafts, vascularized bone grafts and prostheses are commonly used. Rare locations may require the use of custom-made prostheses designed on the basis of pre-surgery CT images. Such prostheses are an alternative to bone allografts, which do not always integrate with native bone. However, the long production time and high price still constitute a major problem. The literature contains few reports of the use of custom-made prostheses following the resection of the distal radius [3-7].

CASE PRESENTATION

In January 2015, a 25-year-old man diagnosed at his local facility on account of the pain in the right distal radius, was admitted to the Department of Orthopedic Oncology in Brzozów with a diagnosis of tumor. Two radiographic views of the wrist and forearm revealed a 5.5x4 cm tumor in the epiphysis of the distal radius with damage to the cortical layer. CT and MRI scans confirmed the presence of abnormal osteochondral masses in the bone with damage to a small segment of the cortical bone layer but without soft tissue invasion. After 3 weeks, histology results from an open biopsy of the bone con-

ści bez nacieku na tkanki miękkie. Wykonano biopsję otwartą kości, która po 3 tygodniach potwierdziła rozpoznanie typowego chrzęstniakomięśaka rdzeniowego o niskim stopniu złośliwości G1. W badaniu histopatologicznym widoczna była niewielka różnorodność kształtu jąder komórkowych cechujących się nadbarwliwością na hematoksylinę i eozynę. Widoczne były również pojedyncze komórki zawierające dwa jądra komórkowe.

Ze względu na młody wiek pacjenta rozważano różne metody leczenia. Analizowano publikacje do-

firmed a diagnosis of low grade (G1) conventional medullary chondrosarcoma. Histopathological examination revealed a slight diversity of the shape of cell nuclei which were hyperchromic under hematoxylin and eosin staining. Isolated cells containing two nuclei were also visible.

Due to the young age of the patient, various methods of treatment were considered. Publications on radial bone reconstructions following the resection of malignant tumors were analysed along with their functional outcomes and complication rates. The im-



Ryc. 1 Klasyczny radiogram przednio-tylny przedramienia z widocznym guzem w dalszej części kości promieniowej prawej
Fig. 1 Conventional AP radiograph of the forearm revealing a tumor in the right distal radius



Ryc. 2 Widok śródoperacyjny zresekowanej części kości promieniowej i odpowiadająca mu indywidualnie zaprojektowana proteza. Widoczny wycięty tunel biopsyjny wraz ze skórą
Fig. 2. Intraoperative view of the resected part of the radius and its corresponding custom-made prosthesis. A biopsy channel is visible together with the skin

tyczącą rekonstrukcji ubytków kości promieniowej po resekcji guzów złośliwych oraz ich wyniki czynnościowe, jak i odsetki powikłań. Zaplanowano implantację protezy dalszej części kości promieniowej projektowanej indywidualnie dla pacjenta.

Wykonano dokładne pomiary wielkości kości oraz zasięgu guza oraz zaplanowano poziom resekcji kości promieniowej. Zespół inżynierów oraz lekarzy ortopedów zaprojektował protezę zresekowanej części kości promieniowej z uwzględnieniem możliwości rekonstrukcji tkanek miękkich i stabilizacji stawu promieniowo-nadgarstkowego oraz promieniowo-łokciowego dalszego. Po naniesieniu kilku poprawek do projektu, cykl wytwarzania protezy trwał 3 tygodnie.

Zabieg operacyjny wszczęcia protezy poprzedziło wykonanie kontrolnego badania rezonansem magnetycznym w celu określenia ewentualnej progresji choroby. Wykonano również tomografię komputerową płuc, która nie wykazała ognisk podejrzanych o zmiany przerzutowe.

Dostęp podłużny uwzględnił wycięcie tunelu biopsyjnego i został poprowadzony od wyrostka rylcowatego kości promieniowej do wysokości 1/3 bliższej przedramienia. Zabieg przeprowadzono w niedokrwieniu. Preparowanie kości promieniowej przebiegło bez powikłań. Szczególną uwagę zwrócono

plantation of a custom-made prosthesis of the distal radius was planned.

The size of the bone and extent of the tumor were precisely measured and the degree of resection of the radius was determined. A team of engineers and orthopaedists designed a prosthesis for the resected part of the radius so that it would be possible to reconstruct soft tissues and stabilize the radiocarpal joint and the distal radioulnar joint. After several corrections were introduced to the design, the prosthesis was manufactured in three weeks.

The implantation of the prosthesis was preceded by a follow-up MRI scan in order to detect any progression of the disease. A CT scan of the chest was also performed, and it did not reveal any foci suspicious of metastases.

Considering the presence of a biopsy channel, a longitudinal incision was made from the radial styloid process to the proximal third of the forearm. The surgery was performed under ischemia. There were no complications during preparation of the radius. Particular attention was paid during preparation of the site of attachment of the triangular fibrocartilage complex to the radius and of the radiocarpal joint capsule. The location and size of the tumor allowed for preserving some ligaments and the joint capsule,



Ryc. 3. Radiogram pooperacyjny ukazujący protezę dalszej części kości promieniowej prawej
Fig. 3. Postoperative radiograph showing the prosthesis of the right distal radius

preparując miejsce przyczepu chrząstki trójkątnej do kości promieniowej oraz torebkę stawową stawu promieniowo-nadgarstkowego. Lokalizacja i rozmiar guza pozwolił na zaoszczędzenie części więzadeł i torebki stawowej, stąd zabieg jej rekonstrukcji z użyciem ścięgna prostownika promieniowego nadgarstka nie był potrzebny. Bardzo precyzyjnie przecięto kość na żądanej wysokości, co warunkowało uzyskanie odpowiedniej długości implantu i jego prawidłową pozycję względem głowy kości łokciowej.

Kanał szpikowy kości promieniowej rozwiercono wiertłami do określonego rozmiaru i bez użycia cementu implantowano protezę zwracając uwagę na jej rotację. Kikuty więzadeł: promieniowo-łokciowego dłoniowego, promieniowo-łokciowego grzbietowego oraz błonę międzykostną doszyto do otworów w protezie, co pozwoliło zrekonstruować staw promieniowo-łokciowy dalszy (DRUJ). Doszycie do protezy kości promieniowej więzadeł: promieniowo-nadgarstkowych grzbietowych i dłoniowych oraz więzadła pobocznego promieniowego umożliwiło uzyskanie stabilności, zwartości i poprawnego ustawienia końców stawowych stawu promieniowo-nadgarstkowego.

Ranę zeszyto warstwowo po założeniu drenu Redona. Gojenie rany przebiegło bez powikłań, dren usunięto w 2 dobie, a szwy skórne po 14 dniach. Przez 6 tygodni rękę unieruchomiono w szynie gipsowej. Po 6 tygodniach rozpoczęto ćwiczenia mięśni i stawów. Po 3 miesiącach od zabiegu funkcja ręki była bardzo dobra. Siła chwytu była osłabiona, lecz umożliwiała wykonywanie wszystkich czynności życiowych (poza pracą fizyczną). Ruchomość nadgarstka była nieznacznie ograniczona. Zakres zgięcia grzbietowego wynosił 0-50 st., dłoniowego 0-40 st., odchylenia łokciowego 0-20 st. oraz promieniowego 0 st. Nadgarstek był niebolesny przy ruchach, ukrwienie ręki było prawidłowe. Pacjent zgłaszał zaburzenia czucia bocznej powierzchni przedramienia i ręki.

Chory pozostaje w ciągłej opiece ambulatoryjnej. Kontrolne badania radiograficzne nie ujawniają nawrotu choroby ani cech obłuzowania protezy.

DYSKUSJA

Zastosowanie protez wykonywanych indywidualnie dla pacjenta ma już długą historię. Pierwszą protezę dalszej części kości promieniowej skonstruował i wszczepił pacjentowi po resekcji guza olbrzymiokomórkowego w 1957 roku Gold. Proteza wykonana była z akrylu i uległa zniszczeniu po niespełna 2 latach od operacji [8]. Obecnie do projektowania protez używa się obrazów tomografii komputerowej. Oznacza się dokładnie miejsce przecięcia kości. Rekonstrukcja 3D umożliwia dokładne odtworzenie

which made it unnecessary to reconstruct the capsule with the tendon of the extensor carpi radialis longus. The bone was cut very precisely at the required level, which was critical for ensuring an appropriate length of the implant and its correct positioning in relation to the ulnar head.

The medullary canal of the radius was drilled to a particular size and the prosthesis was inserted in a cementless manner while attention was being paid to its rotation. The stumps of the palmar radiocarpal ligament and dorsal radioulnar ligament as well as the interosseous membrane were sutured to the holes in the prosthesis, which allowed for reconstructing the distal radioulnar joint (DRUJ). Suturing the dorsal and palmar radiocarpal ligaments as well as the radial collateral ligament to the prosthesis made it possible to achieve stability, tightness and proper positioning of the articular ends of the radiocarpal joint.

The wound was sutured in layers following the placement of Redon drainage. Wound healing was uneventful and the drainage was removed on the second postoperative day, with skin stitches removed 14 days postoperatively. The patient's hand was placed into a plaster splint for 6 weeks. Muscle and joint exercises were introduced after 6 weeks. At 3 months after the surgery, hand function was very good. Grip strength was weakened but it still allowed the patient to perform all everyday activities except for physical work. Wrist mobility was slightly limited. The range of dorsiflexion was 0°-50°, palmar flexion 0°-40°, ulnar deviation 0°-20°, and radial deviation was 0°. The wrist was not painful with movements, with normal blood supply to the hand. The patient reported abnormal sensation in the lateral surface of the forearm and hand.

He has been followed up as an outpatient. Follow-up radiographs have not revealed a relapse or signs of implant loosening.

DISCUSSION

The use of custom-made prostheses has a long history. The first prosthesis of the distal radius was constructed and inserted in a patient following the resection of a giant cell tumor by Gold in 1957. The prosthesis was made of acrylic and was destroyed within just two years following the surgery [8]. Currently, prostheses are designed on the basis of CT images. The osteotomy site is precisely marked. 3D reconstruction makes it possible to reconstruct the exact shape of the bone, in particular of the joint sur-

kształtu kości, a zwłaszcza powierzchni stawowych oraz kształtu jamy szpikowej i jej szerokości. Proces wytwarzania protezy wymusza ścisłą współpracę inżynierów oraz lekarza planującego operację. Przygotowany projekt przesyłany jest do zatwierdzenia przez operatora, a następnie po naniesieniu poprawek wdrażany do produkcji. Obecnie coraz częściej używa się technologii druku trójwymiarowego, pozwalającego na bardzo dokładne i względnie niskokosztowe wytworzenie wszczepu. Po wyprodukowaniu protezy przechodzi ona testy i poddana jest procesowi rejestracji jako produkt leczniczy. Cały cykl produkcji trwa od 2 tygodni do nawet 3 miesięcy i uzależniony jest od stopnia skomplikowania protezy oraz użytych materiałów. Zaletami protez „custom made” jest ich bardzo dobra pasowość, umożliwiająca uzyskanie dobrego i szybkiego efektu czynnościowego [9-11]. Komplikacje wynikają z długiego okresu oczekiwania na gotowy produkt. W przypadku szybko rosnących guzów, określony na wstępie poziom resekcji kości może nie być już aktualny. Poważne powikłania zdarzają się rzadko. Ich odsetek w piśmiennictwie określa się na około 2%. Najczęściej dochodzi do obuzowań implantów i powikłań zapalnych.

Dobry efekt czynnościowy zależy w głównej mierze od precyzyjnego przycięcia kości promieniowej tak, aby zachować jej prawidłową długość. Niezbędne jest również zrekonstruowanie chrząstki trójkątnej i przywrócenie stabilności stawu promieniowo-łokciowego dalszego. Jeśli wielkość i lokalizacja guza pozwala, należy starać się zaoszczędzić możliwie dużo więzadeł i torebki stawowej. W przypadkach gdy niezbędne jest usunięcie większości tkanek stabilizujących staw: RC oraz DRUJ, należy użyć części ścięgna mięśnia prostownika promieniowego nadgarstka do odtworzenia biernych stabilizatorów stawów [12-14].

Alternatywą dla protez „custom made” kości promieniowej jest stosowanie przeszczepów nieunaczynionych lub unaczynionych kości.

Obecnie coraz rzadziej wykonuje się artrodezy stawu promieniowo-nadgarstkowego z użyciem nieunaczynionych przeszczepów auto lub allogenicnych kości. Wyniki czynnościowe nie były zadowalające. Często utrzymywały się bóle wynikające z niepełnego zrostu kostnego artrodezy. Często były również przypadki złamań graftów kostnych i potrzeby dalszych operacji [15-17]. Dodatkowym problemem jest niewielka dostępność do odpowiednich allograftów. Stosowanie autoprzeszczepów wymaga dodatkowego dostępu operacyjnego i nie zawsze jest akceptowalne przez chorych.

W latach 90 tych 20 wieku powszechnie używano przeszczepu autogenego bliższej części kości

faces, as well as the shape and width of the medullary cavity. The production of a prosthesis requires close collaboration between engineers and the doctor who is planning the surgery. The final design of an implant is sent to the operating surgeon for approval and, after all corrections have been introduced, the implant is manufactured. Currently, three-dimensional printing technology, which allows very precise and relatively low-cost manufacturing, is used increasingly frequently. When a prosthesis is ready, it undergoes testing and is registered as a medicinal product. The entire production cycle lasts from 2 weeks up to 3 months and depends on the complexity of a prosthesis and materials used. The advantages of custom-made prostheses include their excellent fit, which permits a good and quick functional outcome [9-11]. The complications result from a long period of waiting for the finished product. In the case of fast-growing tumors, the level of bone resection determined initially may not apply anymore. Serious complications are rare. According to the literature, their rate amounts to ca. 2%, with implant loosening and inflammatory complications being the most frequent.

A good functional outcome depends mainly on the precise cut of the radius so that it maintains its proper length. It is also essential to reconstruct the triangular fibrocartilage complex and to restore the stability of the distal radioulnar joint. If the size and location of a tumor allows it, the ligaments and joint capsule should remain intact to the greatest extent possible. When it is necessary to remove most tissues stabilizing the RC joint and DRUJ, a part of the tendon of the extensor carpi radialis longus should be used to reconstruct the passive joint stabilizers [12-14].

An alternative solution to custom-made prostheses of the radius is the use of non-vascularized or vascularized bone grafts.

Currently, radiocarpal joint arthrodesis with the use of non-vascularized autogenous and allogenic bone grafts is performed increasingly less frequently. Functional outcomes with this technique have not been satisfying. The pain often persisted as a result of incomplete union of the arthrodesis. Bone graft fractures and the necessity of further surgery were also common [15-17]. The limited access to appropriate allografts constitutes an additional problem. The use of autografts requires an additional operative approach and is not always accepted by the patients.

In the 1990s, autogenous grafts from the proximal fibula were commonly used to fill bone defects of the radius, the idea for such a solution stemming from a similar shape of the two bones. Those surgeries required the use of plates to stabilize the graft to the distal radius. Bone remodeling occurred after

strzałkowej w celu uzupełnienia ubytku kości promieniowej. Idea takiego rozwiązania wynika ze zbliżonego kształtu obu kości. Zabiegi te wymagały stosowania płyt celem stabilizacji graftu do bliższej części kości promieniowej. Przebudowa następowała po 2 latach u około 80% chorych. Często istniała potrzeba dodatkowego uzupełniania miejsca połączenia graftu z kością przeszczepami kości gąbczastej w celu pobudzenia zrostu. Usunięcie głowy kości strzałkowej nie dawało chorym żadnych ograniczeń czynnościowych poza defektem kosmetycznym [13,18-20].

W wybranych przypadkach stosowano również unaczynione przeszczepy kości strzałkowej. Ich zaletą było szybsze wżajanie przeszczepu, większy odsetek powodzenia leczenia i skrócenie dodatkowego unieruchomienia kończyny. Procedura taka jest jednak bardzo skomplikowana, wymaga współdziałania chirurga naczyniowego, a sam zabieg trwa wiele godzin [21-23].

PODSUMOWANIE

W dobie szybkiego rozwoju medycyny, a zwłaszcza materiałoznawstwa oraz inżynierii medycznej, stosowanie protez „custom made” wydaje się być optymalnym rozwiązaniem dla pacjentów po resekcji kości z powodów onkologicznych.

PIŚMIENICTWO / REFERENCES

1. Campanacci M, Baldini N, Boriani S, Sudanese A. Giant-cell tumor of bone. *J Bone Joint Surg Am* 1987; 69(1): 106-14.
2. Enneking WF, Dunham W, Gebhardt MC, Malawar M, Pritchard DJ. A system for the functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system. *Clin Orthop Relat Res* 1993; 286: 241-6.
3. Bianchi G, Donati D, Staals EL, Mercuri M. Osteoarticular allograft reconstruction of the distal radius after bone tumour resection. *J Hand Surg Br* 2005; 30(4): 369-73.
4. Gold AM. Use of a prosthesis for the distal portion of the radius following resection of a recurrent giant-cell tumor. *J Bone Joint Surg Am* 1957; 39(6): 1374-80.
5. Hatano H, Morita T, Kobayashi H, Otsuka H. A ceramic prosthesis for the treatment of tumours of the distal radius. *J Bone Joint Surg Br* 2006; 88(12): 1656-8.
6. Hsu RW, Wood MB, Sim FH, Chao EY. Free vascularised fibular grafting for reconstruction after tumour resection. *J Bone Joint Surg Br* 1997; 79(1): 36-42.
7. Maruthainar N, Zambakidis C, Harper G, Calder D, Cannon SR, Briggs TW. Functional outcome following excision of tumours of the distal radius and reconstruction by autologous non-vascularized osteoarticular fibula grafting. *J Hand Surg Br* 2002; 27(2): 171-4.
8. Gold AM. Use of a prosthesis for the distal portion of the radius following resection of a recurrent giant-cell tumor. *J Bone Joint Surg Am* 1965; 47: 216-8.
9. Gokaraju K, Sri-Ram K 1, Donaldson J, et al. Use of a distal radius endoprosthesis following resection of a bone tumour: a case report. *Sarcoma* 2009;2009:938295. Epub 2010 Mar 2.
10. Hatano H, Morita T, Kobayashi H, Otsuka HA. Ceramic prosthesis for the treatment of tumours of the distal radius. *J Bone Joint Surg Br* 2006; 88(12): 1656-8.
11. Asavamongkolkul A, Waikakul S, Phimolsarnti R, Kiatisevi P. Functional outcome following excision of a tumour and reconstruction of the distal radius. *Int Orthop* 2009; 33(1): 203-9.
12. Harness NG, Mankin HJ. Giant-cell tumour of the distal forearm. *Journal of Hand Surgery* 2004; 29(2): 188-93.
13. Maruthainar N, Zambakidis C, Harper G, Calder D, Cannon SR, Briggs TWR. Functional outcome following excision of tumours of the distal radius and reconstruction by autologous non-vascularized osteoarticular fibula grafting. *Journal of Hand Surgery B* 2002; 27(2): 171-4.
14. Szabo RM, Anderson KA, Chen JL. Functional outcome of en bloc excision and osteoarticular allograft replacement with the Sauve-Kapandji procedure for Campanacci grade 3 giant-cell tumor of the distal radius. *J Hand Surg Am* 2006; 31(8): 1340-8.

2 years in approx. 80% of the patients. It was often necessary to additionally fill the junction between the graft and bone with cancellous bone grafts in order to stimulate bone union. The resection of the fibular head did not result in any functional limitations except a cosmetic defect [13,18-20].

Vascularized fibular grafts were also used in some cases. Their advantages included faster graft integration, a higher success rate and a relatively short time of limb immobilization. However, these procedures are very complicated, requiring cooperation with a vascular surgeon, and the surgery itself takes several hours [21-23].

CONCLUSION

In the era of rapid development of medicine, in particular materials science and medical engineering, the use of custom-made prostheses seems to be the optimal solution for patients after bone resection for oncological reasons.

15. Kawamura K, Yajima H, Kobata Y, et al. Wrist arthrodesis with vascularized fibular grafting. *J Reconstr Microsurg* 2009; 25(8): 501-5.
16. Minami A, Kato H, Iwasaki N. Vascularized fibular graft after excision of giant-cell tumor of the distal radius: wrist arthroplasty versus partial wrist arthrodesis. *Plastic and Reconstructive Surgery* 2002; 110(1): 112-7.
17. Murray JA, Schlafly B. Giant-cell tumors in the distal end of the radius. Treatment by resection and fibular autograft interpositional arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 68(5): 687-94.
18. Chadha M, Arora SS, Singh AP, Gulati D, Singh AP. Autogenous non-vascularized fibula for treatment of giant cell tumor of distal end radius. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010; 130(12): 1467-73.
19. Saikia KC, Borgohain M, Bhuyan SK, Goswami S, Bora A, Ahmed F. Resection-reconstruction arthroplasty for giant cell tumor of distal radius. *Indian J Orthop* 2010; 44(3): 327-32.
20. Salenius P, Santavirta S, Kiviluoto O, Koskinen EV. Application of free autogenous fibular graft in the treatment of aggressive bone tumours of the distal end of the radius. *Arch Orthop Trauma Surg* 1981; 98(4): 285-7.
21. Innocenti M, Delcroix L, Manfrini M, Ceruso M, Capanna R. Vascularized proximal fibular epiphyseal transfer for distal radial reconstruction. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86(7): 1504-11.
22. Pho RW. Free vascularised fibular transplant for replacement of the lower radius. *J Bone Joint Surg Br* 1979; 61(3): 362-5.
23. Pho RW. Malignant giant-cell tumor of the distal end of the radius treated by a free vascularized fibular transplant. *J Bone Joint Surg Am* 1981; 63(6): 877-84.
24. Bhan S, Biyani A. Ulnar translocation after excision of giant cell tumour of distal radius. *J Hand Surg Br* 1990; 15(4): 496-500.
25. Saikia KC, Borgohain M, Bhuyan SK, Goswami S, Bora A, Ahmed F. Resection-reconstruction arthroplasty for giant cell tumor of distal radius. *Indian J Orthop* 2010; 44(3): 327-32.
26. Campbell CJ, Akbarnia BA. Giant-cell tumor of the radius treated by massive resection and tibial bone graft. *J Bone Joint Surg Am* 1975; 57(7): 982-6.
27. Lackman RD, McDonald DJ, Beckenbaugh RD, Sim FH. Fibular reconstruction for giant cell tumor of the distal radius. *Clin Orthop Relat Res* 1987; 218: 232-8.
28. Seradge H. Distal ulnar translocation in the treatment of giant-cell tumors of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 1982; 64(1): 67-73.
29. Smith RJ, Mankin HJ. Allograft replacement of distal radius for giant cell tumor. *J Hand Surg Am* 1977; 2(4): 299-308.
30. McDonald DJ, Sim FH, McLeod RA, Dahlin DC. Giant-cell tumor of bone. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 68(2): 235-42.
31. Chadha M, Arora SS, Singh AP, Gulati D, Singh AP. Autogenous nonvascularized fibula for treatment of giant cell tumor of distal end radius. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010; 130(12): 1467-73.
32. Aithal VK, Bhaskaranand K. Reconstruction of the distal radius by fibula following excision of giant cell tumor. *Int Orthop* 2003; 27(2): 110-3.
33. Bassiony AA. Giant cell tumour of the distal radius: wide resection and reconstruction by non-vascularised proximal fibular autograft. *Ann Acad Med Singapore* 2009; 38(10): 900-4.
34. Campanacci M. Giant-cell tumor and chondrosarcomas: grading, treatment and results (studies of 209 and 131 cases). *Recent Results Cancer Res* 1976; 54: 257-61.
35. Cheng CY, Shih HN, Hsu KY, Hsu RW. Treatment of giant cell tumor of the distal radius. *Clin Orthop Relat Res* 2001; 383: 221-8.
36. Harris WR, Lehmann EC. Recurrent giant-cell tumour after en bloc excision of the distal radius and fibular autograft replacement. *J Bone Joint Surg Br* 1983; 65(5): 618-20.
37. Vander Griend RA, Funderburk CH. The treatment of giant-cell tumors of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 1993; 75(6): 899-908.
38. Saikia KC, Borgohain M, Bhuyan SK, Goswami S, Bora A, Ahmed F. Resection-reconstruction arthroplasty for giant cell tumor of distal radius. *Indian J Orthop* 2010; 44(3): 327-32.
39. Kocher MS, Gebhardt MC, Mankin HJ. Reconstruction of the distal aspect of the radius with use of an osteoarticular allograft after excision of a skeletal tumor. *J Bone Joint Surg Am* 1998; 80(3): 407-19.
40. Puri A, Gulia A, Agarwal MG, Reddy K. Ulnar translocation after excision of a Campanacci grade-3 giant-cell tumour of the distal radius: an effective method of reconstruction. *J Bone Joint Surg Br* 2010; 92(6): 875-9.
41. Bhan S, Biyani A. Ulnar translocation after excision of giant cell tumour of distal radius. *J Hand Surg Br* 1990; 15(4): 496-500.
42. Mazurkiewicz T, Mazurkiewicz M. Sposoby rekonstrukcji ubytków kości po wycięciu nowotworu. *Ortop Traumatol Rehabil* 2005; 5: 465-9.

Liczba słów/Word count: 4807

Tabele/Tables: 0

Ryciny/Figures: 3

Piśmiennictwo/References: 42

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr. n med. Grzegorz Guzik

ul. Dworska 77a, 38-420 Korczyna, Polska

e-mail: grzegorz.guzik@vp.pl

Otrzymano / Received

08.07.2015 r.

Zaakceptowano / Accepted

12.10.2015 r.