

Wyniki leczenia stawów rzekomych zakażonych kości udowej i piszczelowej metodą Ilizarowa

Results of the Treatment of Infected Nonunions of the Lower Limbs Using the Ilizarov Method

Marek Dróżdż^(A,B,C,D), Stanisław Rak^(B), Paweł Bartosz^(B,E), Jerzy Bialecki^(C,D,E), Wojciech Marczyński^(A,D,E,F)

Klinika Ortopedii Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego, Oddział Zapaleń Kości i Stawów Samodzielnego Publicznego Szpitala Klinicznego w Otwocku, Polska.
Orthopaedics Department, Postgraduate Medical Education Centre, Bone and Joint Infection Ward, Independent Public Research Hospital, Otwock, Poland

STRESZCZENIE

Wstęp. Stawy rzekome zakażone są złożonymi powikłaniami leczenia złamań kości długich. Wzrost liczby obrażeń, w tym wysokoenergetycznych, często otwartych, powoduje również zwiększenie liczby stawów rzekomych. Obrażenia te, jako pierwotnie zakażone generują zapalenia kości, które uniemożliwiają zrost kostny. Następstwem tego procesu jest staw rzekomy zakażony. Zastosowanie metody Ilizarowa spełnia warunki biologiczne i biomechaniczne leczenia optymalizując proces wygojenia zapalenia i uzyskania zrostu kostnego.

Materiał i metody Materiał stanowili 54 chorzy leczeni w latach 2000–2014 z powodu stawów rzekomych kończyn dolnych metodą Ilizarowa, którą zastosowano po niepowodzeniach dotychczasowego leczenia. Śródoperacyjnie usuwano ognisko infekcji, wykonywano sekwestrektomię, zabieg Judet, a następnie zakładano aparat Ilizarowa i w zależności od ubytku wykonywano transport kostny.

Wyniki. Wygojenie stanu zapalnego uzyskano u 52 chorych (96%), a do zrostu kostnego doszło u 46 chorych (86%). Wyników dobrych z wygojeniem procesu zapalnego i uzyskaniem zrostu kostnego otrzymano u 76% przypadków, zadowalających z okresowym wygojeniem zapalenia przy braku zrostu kostnego u 16%, a złych z brakiem wygojenia zapalenia i brakiem zrostu u 7%.

Wnioski. 1. Warunkiem skuteczności leczenia stawów rzekomych zakażonych, jest uprzednia eliminacja endogenowych ognisk zapalnych, pokrycie ubytku skóry, dobry stan skóry i tkanek miękkich, przywrócenie prawidłowego ukrwienia odłamów kostnych oraz przekonywująca biomechanicznie stabilizacja odłamów z dynamizacją lub kompresją. 2. Zastosowanie metody Ilizarowa do leczenia stawów rzekomych zakażonych, gdzie zawiodły inne metody leczenia jest metodą z wyboru.

Słowa kluczowe: metoda Ilizarowa, zapalenie kości, staw rzekomy zakażony, złamania kości, stabilizacja zewnętrzna

SUMMARY

Background. Infected nonunion is a complex complication of the treatment of long bone fractures. An increased incidence of injuries, including high energy injuries (often open ones), contributes to a higher incidence of nonunion. These primarily infected injuries cause osteomyelitis, which prevents bone union, resulting in an infected nonunion. The Ilizarov method meets the biological and biomechanical treatment requirements, optimising the process of inflammation healing and producing bone union.

Material and methods. A total of 54 patients were treated in 2000–2014 for nonunion in the lower limbs with the Ilizarov method, which was used after previous treatment had failed. The subjects underwent intraoperative resection of the locus of infection, sequestrectomy and a Judet procedure, followed by the use of the Ilizarov apparatus and bone transport, depending on the defect.

Results. Inflammation healed in 52 patients (96%) and bone union was achieved in 46 patients (86%). Good outcomes with healed inflammation and bone union were reported in 76% of the cases, fair outcomes with temporary elimination of the inflammation and without bone union in 16%, and poor outcomes without inflammation healing and without bone union in 7%.

Conclusions. 1. Treatment of infected nonunion can only be effective after eliminating endogenous inflammatory foci, covering skin defects, ensuring a good condition of the skin and soft tissues, restoring normal blood supply to the bone fragments, and good biomechanical fixation of the fragments with dynamisation or compression. 2. The Ilizarov method is a method of choice in the treatment of cases of infected nonunion where other treatments have failed.

Key words: Ilizarov method, osteomyelitis, septic non-unions, bone fractures, external stabilisation

WSTĘP

Stawy rzekome zakażone to powikłania, które są następstwem nieprawidłowego leczenia złamań kości długich. Rozwój motoryzacji doprowadził do zwiększenia częstości złamań otwartych w tym wysokoenergetycznych. Urazy takie doprowadzają często do zmiażdżenia tkanek miękkich, uszkodzenia naczyń z niedokrwieniem kończyny oraz rozwoju infekcji. Stawy rzekome zakażone są następstwem czynników ryzyka zakażeń zarówno zewnętrznych, jak i wewnętrzno-strojowych oraz niewłaściwego doboru rodzaju zespolenia nie spełniającego biomechanicznych warunków stabilizacji, polegających na wyeliminowaniu ruchów pomiędzy odłamami, zapewniających stabilne zespelenie odłamów oraz jeżeli charakter złamania na to pozwala to dynamizację zespolenia [1-3]. W obliczu niepowodzeń licznych metod leczenia stawów rzekomych zakażonych, założenia biologiczne i biomechaniczne metody Ilizarowa optymalizują proces gojenia. Metoda ta umożliwia wykonanie wielopłaszczyznowej korekcji osi mechanicznej kości, powolne wykonanie kompresji lub dystrakcji odłamów zależnie od fazy gojenia, jak również wykonanie transportu kostnego z możliwością uzupełnienia ubytku kostnego pozapalnego [4-8]. Metoda ta umożliwia również wykonanie operacji plastycznych celem uzupełnienia ubytku skórnego [9]. W pracy opisano stosowany w Klinice sposób leczenia stawów rzekomych zakażonych kończyn dolnych metodą Ilizarowa oraz uzyskane wyniki leczenia. Wyniki leczenia potwierdzają wysoką wartość metody Ilizarowa w leczeniu procesu zapalnego i uzyskaniu zrostu kostnego.

Celem pracy była analiza procesu i wyników leczenia stawów rzekomych zakażonych kości piszczelowej i udowej w materiale klinicznym.

MATERIAŁ I METODY

Cel pracy zrealizowano w odniesieniu do materiału klinicznego. W latach 2000-2014 w Oddziale Zapaleń Kości Kliniki Ortopedii CMKP w Otwocku leczono 54 chorych, z powodu stawów rzekomych zakażonych kończyn dolnych metodą Ilizarowa. Metodę tę zastosowano po licznych niepowodzeniach dotychczasowego leczenia, w tym operacyjnego. Wszyscy chorzy leczeni byli pierwotnie poza naszym ośrodkiem. Płeć leczonych: 13 kobiet (24%) i 41 mężczyzn (76%). Mediana wieku operowanych wyniosła 47,3 lat. U 35 chorych leczono stawy rzekome zakażone kości piszczelowej, co stanowi 65% oraz kości udowej u 19 chorych, co stanowi 35% ogólnej liczby leczonych. Mediana stosowania aparatu Ilizarowa 59 tygodni. Stawy rzekome zakażone były następstwem złamań wysokoenergetycznych typu IIIB i IIIC wg

BACKGROUND

Infected nonunion is a complication resulting from inappropriate treatment of long bone fractures. With the development of the motor industry, the incidence of open fractures, including high energy fractures, has been increasing. Such injuries often result in soft tissues being crushed or in blood vessel damage with ischaemia of the limb and infection. Infected non-unions are a consequence of both external and internal risk factors for infections and the choice of an inappropriate fixation that does not meet the biomechanical requirements for fixation, consisting in the elimination of movement between the fragments, ensuring stable fixation of the fragments and, if possible in a given fracture type, dynamisation of the fixation [1-3]. Compared with failures of numerous methods of infected nonunion treatment, the biological and biomechanical assumptions of the Ilizarov method optimise the healing process. The Ilizarov method allows for multi-plane correction of the bone mechanical axis, slow compression or distraction of fracture fragments, depending on the stage of the healing process, and bone transport with the possibility of filling post-inflammatory bone defects [4-8]. The method also allows for performing plastic surgery to fill skin defects [9]. This paper describes the method used at our Department to treat infected nonunion in the lower limbs with the Ilizarov technique as well as the treatment outcomes we have achieved. The results confirm that the Ilizarov method is of high value in the treatment of inflammation and the development of bone union.

The aim of the study was to analyse the process and outcomes of the treatment of infected nonunion of the tibia and femur in clinical data.

MATERIAL AND METHODS

The aim of the study was achieved based on clinical data. A total of 54 patients with infected nonunion in the lower limbs were treated with the Ilizarov method at the Bone and Joint Infection Ward of the Orthopaedics Department of the Postgraduate Medical Education Centre in Otwock between 2000 and 2014. The Ilizarov method was used after numerous failed attempts at treating the patients with other methods, including surgery. All the patients had initially been treated outside our centre. The patient group consisted of 13 women (24%) and 41 men (76%); the median age of the operated patients was 47.3 years. 35 patients (65% of all study patients) underwent treatment for infected nonunion of the tibia while 19 patients (35%) had femoral infected nonunion. The Ilizarov apparatus was used for a median of 59 weeks.

Gustillo-Andersona [10] oraz II i III stopień w klasyfikacji zapaleń kości Cierny i Mader [11]. Po wypadkach komunikacyjnych leczono 48 (89%) chorych. W omawianej grupie, złamania przed przyjęciem do naszego ośrodka były zespołowe płytami u 23 (42,5%) chorych, gwoździami śródszpicowymi u 18 (33%), stabilizatorami zewnętrznymi wielopłaszczyznowymi u 10 (5,5%) oraz innymi zespołami u 3 chorych. Sumarycznie kilkakrotnie operowano 43 (79%) chorych. Ubytki tkanki kostnej po przewlekłym procesie zapalnym wynosiły od 3 do 13 cm. Nikotynizm stwierdzono u 30 leczonych (55%). Każdy chory przed planowanym zabiegiem operacyjnym poinformowany został o szkodliwości wpływu nikotyny na postępy leczenia oraz zalecono odstawienie palenia, ale tylko 5 chorych zastosowało się do zaleceń. Głównym patogenem etiologicznym zakażenia był gronkowiec złożisty metycylinowrażliwy (MSSA) u 37 chorych (68%), szczepy metycylinoporne (MRSA) stwierdzono u 5 chorych (9%). U 12 chorych (22%), posiewy były jajowe, ale zapalenie potwierdzono badaniem histopatologicznym.

Podczas szczegółowej diagnostyki obrazowej cellem planowania leczenia niekiedy wykonano TK. Badanie to umożliwiało określenie stopnia uszkodzeń tkanki kostnej, topografię sąsiadujących naczyń oraz obecność martwaków, co miało istotny wpływ na rozległość planowanego zabiegu operacyjnego. Podczas planowania przedoperacyjnego oceniano również rozmiar skrócenia segmentu, stopień zagięcia osi kości względem punktu CORA (Center of Rotation of Angulation – środek rotacji zagięcia) długość planowanego wydłużenia, tempo dystrakcji, liczbę potrzebnych pierścieni do prawidłowego i stabilnego ustawnienia odłamów, miejsca wprowadzenia drutów Kirschnera oraz grotów Schanzy, co miało niebagatelne znaczenie przy zakładaniu aparatu u chorych, w tym po przebytych plastykach skórno-powięziowych.

Do leczenia operacyjnego kwalifikowano chorych jedynie z zamkniętymi stawami rzekomymi.

Podczas operacji uwzględniano kilka elementów biologicznie istotnych: dokładnego wycięcia i oczyszczenia ognisk zapalnych kości i tkanek miękkich do granic ukrwienia, sekwestrektomię, zabieg Judet oraz zależnie od wskazań wykonywano resekcję częściową stawu rzekomego z następowym transportem kostnym metodą Ilizarowa [28]. Każdorazowo udrożniano kanał szpikowy obydwiu odłamów kości. Następnie zakładano aparat Ilizarowa stabilizując odłamły drutami Kirschnera a w przypadku niestabilnych, bądź krótkich odłamów również wszczepami Schanzy. W przypadku zastosowania aparatu Ilizarowa na kość piszczelową, gdzie planowano transport kostny wewnętrzny, zakładano również druty ciągnące z oliwką

Infected nonunion was a consequence of Type IIIB and IIIC high energy fractures according to the Gustilo-Anderson classification [10] and Type II and III fractures in the osteomyelitis classification by Cierny and Mader [11]. 48 patients (89%) were treated after traffic accidents.

Before the patients were admitted to our centre, 23 of them (42.5%) had undergone plate fracture fixation, 18 (33%) had had intramedullary nail fixation, 10 (5.5%) had received external multi-plane fixators, and 3 patients were treated with other types of fixation. In total, 43 patients (79%) had undergone multiple surgical procedures.

The size of bone defects associated with chronic inflammation ranged from 3 to 13 cm. 30 study participants (55%) were diagnosed with nicotine dependence. Prior to the surgical procedure, each patient was informed about the negative influence of nicotine on treatment outcomes and advised to stop smoking, but only 5 patients followed that advice. The most common causative pathogen was methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus* (MSSA) in 37 patients (68%), while methicillin-resistant strains (MRSA) were identified in 5 patients (9%). 12 patients (22%) had negative cultures but inflammation was confirmed with pathological examinations.

Detailed diagnostic imaging intended to facilitate treatment planning sometimes included CT. CT served to determine the degree of bone tissue damage, topography of the neighbouring vessels and the presence of sequesters, which had a considerable influence on the extent of the surgical procedure planned. Pre-operative planning also included the assessment of segment shortening, the degree of axial curvature with respect to the CORA (centre of rotation of angulation), the extent of the lengthening planned, the rate of distraction, the number of rings needed for appropriate and stable positioning of the fracture fragments, and the site of insertion of K wires and Schanz screws, which was of significant importance for the placement of the apparatus in the patients, including those after fasciocutaneous reconstruction procedures.

Only patients with closed nonunion were qualified for surgical treatment.

Surgery took into account several biologically important elements: complete excision and debridement of inflammatory foci in the bone and soft tissues to the borders of the area of vascularisation, sequestrectomy, Judet's procedure, and, depending on the indications, partial resection of nonunion followed by bone transport by the Ilizarov method [28]. During each procedure, the medullary canal was cleared in both bony fragments. Then, an Ilizarov appa-

mi stabilizowane na dystalnym pierścieniu. W podobnej sytuacji na kości udowej stosowano łuki włoskie w okolicy nasady bliższej kości udowej o promieniu $\frac{1}{3}$ lub $\frac{1}{2}$ w zależności od wysokości ich posadzienia. Do stabilizacji używano wszczepów Schanzy na półpierścieniach oraz druty K na pełnych pierścieniach. U 5 chorych wykonano kompresję śródoperacyjną szpary stawu rzekomego przy wielkości ubytku do 20 mm, natomiast powolną kompresję rozpoczęto następnego dnia po zabiegu operacyjnym z prędkością $4 \times 0,25$ mm do czasu uzyskania pełnej kompresji, a następnie wykonywano naprzemienną kompresję i dystrakcję odłamów po 5 mm zgodnie z zasadami [2,4,6,8,12,27]. Osteotomię celem transportu kostnego wykonywano w okolicy nasadowo-przynasdowej jednoczasowo. Transport kostny prowadzono na ogólnie przyjętych zasadach ($4 \times 0,25$ mm) z zastosowaniem drutów ciągnących [4,5,6,8,13,14,15,27].

Wszyscy operowani otrzymywali antybiotyki celowane początkowo dożylnie, a następnie doustnie przez 4-6 tygodni. Kierowano się przy tym wynikiem antybiogramu z poprzednich pobytów chorego, bądź wyhodowaną florą bakteryjną a następnie uzyskanym antybiogramem [16,17]. Wszyscy chorzy otrzymywali profilaktykę przeciwzakrzepową, według aktualnych zaleceń. Po operacji chorzy byli pionizowani w pierwszej dobie i zezwalano na poruszanie się o kulach początkowo z częściowym, stopniowo zwiększanym i wreszcie pełnym obciążaniem operowanej kończyny. Po operacji kontrolowano CRP i OB co 3 dni celem monitoringu ustępowania stanu zapalnego.

Kontrolę zrostu kostnego i powstawania regeneratu prowadzono za pomocą aparatu USG co 3-4 tygodnie oceniając aktywność i stopień osteogenezy. Badanie RTG wykonywano co 6-8 tygodni oceniając stopień mineralizacji w/w procesów. Celem oceny zrostu niekiedy wykonywano TK.

Po określeniu radiologicznym fazy zaawansowanej mineralizacji zrostu kostnego i regeneratu wykonywano dynamizację polegającą na stopniowym rozkręcaniu łączników gwintowanych lub „luzowaniu” łuków aparatu względem siebie. Jest to istotny element zwany hartowaniem regeneratu kostnego bądź zrostu w okolicy stawu rzekomego. W okresie tym, ważne jest pełne obciążanie leczonej kończyny [12,18,19].

Zaburzenia procesu leczenia oceniono wg skali Paleya' a podzielono na: problemy, trudności i powikłania prawdziwe. Problemy – czyli nieprawidłowości, które pojawiły się w trakcie leczenia, nie wymagające interwencji chirurgicznej. Do nich zaliczono dolegliwości bólowe, które wystąpiły u każdego chorego, przykurcze mięśniowe pojawiające się sporadycznie (2 chorych), okresowe zaburzenia czucia na obwodzie kończyny, infekcje wokół wszczepów, le-

ratus was applied, fracture fragments were fixated with K wires and, if the fragments were unstable or short, also with Schanz screws. When an Ilizarov apparatus was used on the tibia, where internal bone transport was planned, patients also received tensioned wires with olives, which were stabilised on a distal ring. In a similar situation within the femur, Italian arches were used in the region of the proximal femoral epiphysis with a radius of $\frac{1}{3}$ or $\frac{1}{2}$, depending on how high they were placed. Fixation was performed with Schanz screws on half-rings and K wires on full rings. Five patients underwent intraoperative compression of nonunion joint space with a defect of up to 20 mm in size, with slow compression introduced on the first post-operative day at a rate of 4×0.25 mm and continued until full compression was achieved; this was later followed by alternate compression and distraction of the fragments at 5 mm at a time according to the accepted principles [2,4,6,8,12,27]. During the same procedure, the patients underwent osteotomy in the epiphyseal-metaphyseal region to ensure bone transport. Bone transport was conducted according to generally accepted principles (4×0.25 mm) with the use of tensioned wires (4,5,6,8,13,14,15,27).

All patients after surgery received targeted antibiotics, first intravenously and then orally for 4-6 weeks. The choice of an antibiotic was based on sensitivity testing performed during previous hospitalisations or on the bacterial flora that was cultured and then tested for sensitivity [16,17]. All the patients received antithrombotic prophylaxis according to the current recommendations. After surgery, the patients were mobilised on the first day and allowed to move using crutches, with partial weight-bearing initially, gradually increased to full weight-bearing on the operated limb. After surgery, CRP and ESR were determined every 3 days to monitor the elimination of inflammation.

Bone union and formation of bone regenerate were assessed with an ultrasound scanner every 3–4 weeks, including evaluation of the activity and degree of osteogenesis. Radiographs were obtained every 6-8 weeks to show the degree of mineralisation with respect to these processes. CT scans were sometimes performed to monitor bone union. When advanced mineralisation of bone union and regenerate was identified radiographically, dynamisation was performed by gradually untwisting the threaded connectors or “loosening” the arches of the apparatus with respect to each other. This is a critical element, referred to as conditioning of bone regenerate or bone union in the region of nonunion. Full weight-bearing on the treated limb is important in this period [12,18,19].

czone opatrunkami z Octeniseptem (47 chorych) [7, 13,18,20,21], a w przypadku braku poprawy antybiotykoterapią doustną empiryczną. Trudności – czyli powikłania występujące w trakcie leczenia wymagające leczenia chirurgicznego, nie wpływające na końcowy wynik. Zaliczono tu pęknięcia drutów (11 chorych), wymagające wymiany, infekcje w miejscu resekowanego stawu rzekomego (4 chorych), wymagające ponownej rewizji z oczyszczeniem rany oraz antybiotykoterapii [13,21]. Prawdziwe powikłania – czyli takie, które występowały podczas procesu leczenia i miały niekorzystny wpływ na wynik końcowy. Do takich powikłań zaliczono chorych, u których nie uzyskano zrostu kostnego i usunięto aparat z dalszym doleczaniem inną metodą (5 chorych).

Disturbances of the healing process were assessed according to Paley's classification and divided into problems, obstacles and true complications. Problems were defined as abnormalities that developed during the treatment and did not require surgical intervention. These included pain, which occurred in every patient, occasional muscle contractures (2 patients), intermittent peripheral sensory disturbances in the limb, infections around the implants, treated with Octenisept (octenidine dihydrochloride and phenoxyethanol; 47 patients) dressings (7,13,18,20,21), and empirical oral antibiotic therapy when those failed. Obstacles were complications occurring during the treatment that required surgery but did not affect the final outcome. This category included broken wires (11 patients) requiring replacement and infections at the site of nonunion resection (4 patients) requiring another revision surgery with cleansing of the wound and antibiotic therapy [13,21]. True complications occurred during treatment and had a negative influence on the final outcome. They included cases where bone union was not achieved: the apparatus was removed and the patients were further treated with another method (5 patients).

WYNIKI

W badanej grupie wygojenie stanu zapalnego uzyskano u 52 chorych (96%), w tym w obrębie kości udowej 19 (36%) i kości piszczelowej 33 chorych (64%). Zrost kostny w obrębie stawu rzekomego zapalnego uzyskano u 46 chorych (86%), w tym kości udowej 15 (33%) i kości piszczelowej 31 (67%). Chorzy, u których nie udało się uzyskać zrostu kostnego oczekują na dalsze leczenie mające na celu doprowadzenie do zrostu, lub są zaopatrzeni w aparat ortopedyczny odciążający.

Wyniki leczenia podzielono na trzy grupy. Wyniki dobre, kiedy uzyskano wygojenie procesu zapalnego i zrost z dobrą czynnością stawów dotyczyły 41 chorych, co stanowi 76% ogólnej liczby leczonych. W grupie tej leczono kość udową u 15 chorych (36%), a piszczelową u 26 chorych (64%). Wyniki zadowalające, kiedy uzyskano okresowe wygojenie procesu zapalnego z nawracającymi zapaleniami przy braku uzyskania zrostu kostnego dotyczyły 9 operowanych (6 kość udowa i 3 kość piszczelowa). Wyniki złe, u których nie wygojono zapalenia i nie uzyskano zrostu kostnego dotyczyły 4 leczonych (kości piszczelowe). Wyniki złe dotyczyły chorych o znacznej liczbie czynników ryzyka, takich jak nikotynizm, cukrzyca, RZS, nadciśnienie tętnicze, nadczynność tarczycy, alkoholizm. U chorych tych stwierdzono atro-

RESULTS

Inflammation healed in 52 study participants (96%), including 19 patients (36%) with inflammation within the femur and 33 patients (64%) with inflammation in the tibia. Bone union was achieved in the infected nonunion in 46 patients (86%), of whom 15 (33%) had a nonunion of the femur and 31 (67%) had a tibial nonunion. Those who did not achieve bone union are awaiting further treatment aimed at facilitating bone union or use unloading orthopaedic devices.

Treatment outcomes were divided into three groups. Good results, i.e. the elimination of inflammation and bone union with good joint function, were achieved in 41 patients (76% of all patients treated). In this group, the femur was treated in 15 patients (36%) and the tibia in 26 patients (64%). Fair results, with temporary elimination of inflammation and recurrent inflammation without bone union, were found in 9 subjects (femur in 6 cases and tibia in 3). Poor results, in which inflammation did not heal and bone union did not occur, were found in 4 patients (in the tibia). Poor results were noted in those patients who had numerous risk factors, such as smoking, diabetes, RA, hypertension, hyperthyroidism, and alcoholism. These patients had atrophic nonunion with considerable bone tissue damage and extensive post-inflammatory soft tissue damage. The treatment

ficzne stawy rzekome ze znacznym zniszczeniem tkanki kostnej oraz rozległe uszkodzenie tkanek miękkich pozapalne. Leczenie nie powiodło się. Po wykorzystaniu wszelkich dostępnych metod leczenia proponowano amputację i zaprotezowanie.

W grupie wyników zadowalających najczęściej wykonywano konwersję stabilizacji zewnętrznej aparatem Ilizarowa na inne zespolenie, które również spełniało biomechaniczne warunki stabilizacji, czyli zapewniało ciszę mechaniczną oraz prawidłową stabilizację odłamów. Metoda ta doprowadziła do zrostu kości u 18 chorych, co stanowi 33% ogólnej liczby leczonych. U chorych tych wykonano zabiegi mikro-chirurgiczne polegające na pokryciu ubytków tkanek miękkich. Zabiegi te, to głównie płaty przesunięte z sąsiedztwa, płaty odwrócone oraz płaty na szypułach naczyniowych pobranych z innych okolic ciała chorego. Płaty uległy wgojeniu.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Uzyskane wyniki leczenia stawów rzekomych zaражonych kości udowej i piszczelowej metodą Ilizarowa, potwierdzają skuteczność tej metody. Warunkiem powodzenia jest wykonanie dokładnego „debridement” w granicach zdrowych tkanek, uzyskanie prawidłowego ukrwienia odłamów, przekonywającej biomechanicznie stabilizacji dynamicznej i długotrwałej antybiotykoterapii celowanej [5,18,22,23,24,28]. Wybór leczenia metodą Ilizarowa spośród innych stabilizatorów podyktowany był możliwością wielopłaszczyznowej powolnej korekcji osiowej znieksztalconeń kończyny oraz wykonania transportu kostnego uzupełniającego ubytki kostne z następową egalizacją kończyn, bez konieczności stosowania wyrównania ortopedycznego. Zastosowanie naprzemiennej kompresji i dystrakcji międzyodłamowej aktywującej proces zrostu, w miejscu stawu rzekomego oraz przebudowę regeneratu kostnego w miejscu transportu kostnego. Kolejnym elementem, który wpłynął na zastosowanie metody Ilizarowa była możliwość wykonania plastyki tkanek miękkich z pokryciem ubytków umożliwiającą uzyskanie wygojenia zapalenia, zwiększenia ukrwienia w obrębie stawu rzekomego i doprowadzenia w rezultacie do zrostu [9]. Także wprowadzone druty Kirschnera prawie nie niszczą tkanek miękkich, zwłaszcza po przebytych wcześniej plastykach skórno-powięziowych. Zastosowanie tej metody jest biologicznie zasadne i umożliwia optymalne rokowanie nawet w złożonych infekcjach wg. Cierny-Mader II i III [11]. Na wyniki uzyskane w trakcie leczenia znaczący wpływ ma zasadna kwalifikacja chorych i przygotowanie przedoperacyjne. Byli to w ogromnej większości chorzy obciążeni chorobami

was not effective. Once all available treatment methods had been used, the patients were offered amputation and a prosthesis.

Patients with fair results usually underwent conversion from the external Ilizarov fixator into another type of fixation that also met the biomechanical requirements, i.e. it ensured “mechanical silence” and appropriate fragment fixation. This method resulted in bone union in 18 patients (33% of all patients). These patients received microsurgical procedures to cover the soft tissue defects. The procedures involved mainly flaps moved from adjacent areas, inverted flaps and pedicle flaps with blood vessels that were transferred from other regions of the body. The flaps healed in.

ANALYSIS OF THE OUTCOMES

The outcomes achieved in this study of the treatment of infected femoral and tibial nonunion managed with the Ilizarov method confirm the efficacy of this treatment approach. The Ilizarov approach is successful only after thorough debridement with a margin of healthy tissue, restoration of normal blood supply to the fragments, biomechanically adequate dynamic fixation and long-term targeted antibiotic therapy [5,18,22,23,24,28]. The Ilizarov apparatus was selected from among a number of fixators as it allowed for slow multi-plane axial correction of limb deformities and bone transport to fill the bone defects, followed by limb length correction without the need for orthopaedic methods. The use of alternating interfragmental compression and distraction activated bone union at the site of nonunion and remodelling of the bone regenerate at the site of bone transport. Another factor that contributed to the selection of the Ilizarov method was the possibility of performing soft tissue reconstruction and covering the defects, which enabled the healing of inflammation, improvement of blood supply to the area of nonunion, and ultimately resulted in bone union [9]. Moreover, K wires cause almost no damage to soft tissues, particularly after previous fasciocutaneous reconstruction procedures. The use of this method is biologically justified and allows for an optimum outcome even in complex Type II and III infections according to Cierny-Mader [11]. Treatment outcomes are significantly affected by reasonable patient qualification and preoperative preparation. The vast majority of the patients had concomitant systemic diseases such as diabetes, hypertension, hyperthyroidism or arteriosclerosis oblite-

układowymi takimi jak: cukrzyca, nadciśnienie tętnicze, nadczynność tarczycy, arteriosclerosis obliterans. U tych chorych tkanki miękkie otaczające staw rzekomo cechowały się znacznym uszkodzeniem spowodowanym zmianami zatorowymi, pozakrzepowymi a wielokrotnie ubytkiem tkanek miękkich różnej wielkości. Chorzy leczeni, to w większości uzależnieni od tytoniu i alkoholu, obciążeni licznymi czynnikami ryzyka zapalenia oraz z wieloletnim wywiadem zapalnym. Chorzy ci leczeni byli uprzednio wielokrotnie operacyjnie bezskutecznie z zastosowaniem różnorodnych metod zespołów. Chorzy tacy cechowali się również znacznymi ubytkami tkanki kostnej (w naszym materiale 3–13 cm) oraz tkanek miękkich. Nawet najlepiej wykonany zabieg operacyjny zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami leczenia zapaleń kości nie był wolny od wad, do których należały nawroty infekcji. Pojawiły się one nawet po kilku miesiącach i były wskazaniem do ponownej interwencji chirurgicznej.

PRZYKŁADY KLINICZNE

Przykład 1

Chora lat 49 (nr hist. choroby: 5025/13) przyjęta do Kliniki z innego ośrodka z powodu stawu rzekomego zakażonego kości piszczelowej prawej (typ II C-M). Do powikłania zapalnego doszło w następstwie otwartego złamania podudzia III B wg. (Gustilo-Andersona (dalej G-A)). Operowana kilkakrotnie. Pierwotnie wykonano stabilizację złamania drutami Kirschnera. Po miesiącu usunięto druty i wykonano plastykę skórno – powięziową dwuszypułową. Odłamy zespolono stabilizatorem zewnętrzny. Po drugiej operacji wystąpiły zapalne zmiany skórne, z których wyhodowano gronkowca złocistego MSSA. Po 2 miesiącach leczenia usunięto stabilizator zewnętrzny a chorą zaopatrzoną w opatrunk gipsowy podudziowy. Po 6 miesiącach hospitalizowana w Oddziale Zapaleń Kości z powodu nasilenia procesu zapalnego z przetoką (Ryc. 1a,b). Oczyszczono miejsce zapalenia, wycięto przetokę, wykonano debridement stawu rzekomego, udrożniono jamy szpikowe odłamów kości piszczelowej, osteotomię kości strzałkowej oraz założono aparat Ilizarowa. Rozpoczęto naprawienną kompresję (przez 5 dni) i dystrakcję (również przez 5 dni) odłamów z częstotliwością 4x0,25 mm. Antybiotykoterapię celowaną zastosowano przez 4 tyg. Profilaktykę przeciwzakrzepową oraz częściowe obciążanie kończyny wdrożono zgodnie z zasadami. Kontrolę radiologiczną wykonywano raz w miesiącu. Badanie TK wykonano po 7 miesiącach stwierdzając cechy postępującej przebudowy kostnej. Kontynuowano kompresję i dystrakcję a po kolejnych 7

trans. In these patients, soft tissues surrounding the nonunion were considerably damaged due to embolic and post-thrombotic changes, and often due to soft tissue defects of various sizes. The patients treated were mainly people with nicotine and alcohol dependence, numerous risk factors for inflammation and a long history of inflammation. These patients had previously undergone multiple surgeries utilising various methods of fixation, but the treatment had been ineffective. Such patients were also characterised by extensive bone defects (in our group: 3–13 cm in size) and soft tissue defects. Surgery, even conducted flawlessly according to generally accepted principles of osteomyelitis treatment, was not free from problems such as recurrent infections. They developed even after several months and constituted an indication for another surgical procedure.

CLINICAL EXAMPLES

Example 1

A 49-year-old female patient (Case History No. 5025/13) was admitted to the Department from another centre due to an infected nonunion of the right tibia (C-M Type II). The inflammatory complication had developed as a result of an open lower leg fracture classified as Gustilo-Anderson (G-A) Type III B. She underwent several surgical procedures. Initially, the fracture was fixated with K wires. One month later, the wires were removed and a fasciocutaneous reconstruction procedure was performed with a bipedicle flap. The fragments were fixated with an external device. After the second surgery, the patient developed inflammatory skin lesions and methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus* (MSSA) was isolated. After 2 months of treatment, the external fixator was removed and the patient received a plaster cast for her lower leg. Six months later the patient was hospitalised at the Bone and Joint Infection Ward due to intensified inflammation and a fistula (Fig. 1a,b). The site of inflammation was cleared, the fistula was resected, nonunion debridement was performed, medullary cavities in the tibial fragments were cleared, a fibular osteotomy was performed and an Ilizarov device was applied. The patient then underwent alternating compression (for 5 days) and distraction (also for 5 days) of the fragments at a rate of 4 x 0.25 mm. Targeted antibiotic therapy was administered for 4 weeks. Antithrombotic prophylaxis and partial weight-bearing on the limb were introduced according to the accepted principles. Follow-

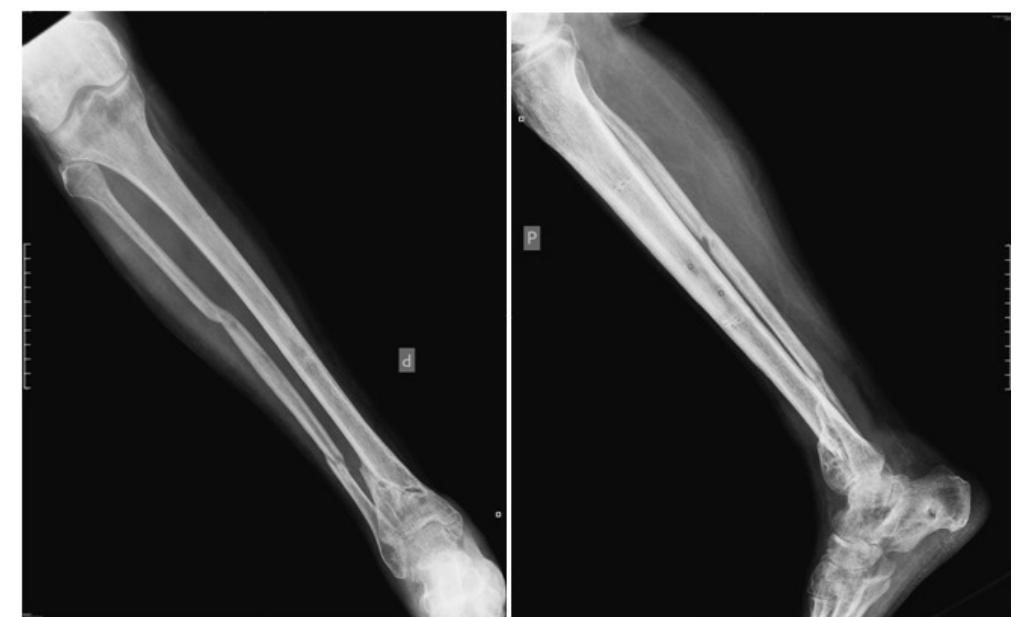


Ryc. 1a,b. Obraz rtg kości podudzia prawego w projekcji a-p i bocznej. Widoczny staw rzekomy w obrębie nasady dalszej kości piszczelowej. Kość strzałkowa z wprowadzonym drutem Kirschnera, niezrośnięta

Fig. 1a,b. A-P and lateral radiographs of right lower leg bones. Nonunion is visible in the distal epiphysis of the tibia. The fibula can be seen with a K wire and without bone union

miesiącach stwierdzono zrost kostny z przebudową tkanki kostnej, co warunkowało zdobycie aparatu (Ryc. 2a, b). Nie stwierdzono nawrotu infekcji a choroba porusza się z pełnym obciążaniem i ruchomością w stanie skokowo-goleniowym.

up radiographs were obtained at monthly intervals. A CT scan performed after 7 months showed evidence of ongoing bone remodelling. Compression and distraction were continued and 7 months later the patient was found to have bone union with bone remodelling, which allowed for removing the device (Fig. 2a, b). Infection did not recur and the patient walks fully loading the limb and with full ankle mobility.



Ryc. 2a,b. Obraz rtg kości podudzia prawego w projekcji a-p i bok. a,b – obraz wygojonego stawu rzekomego po zdjęciu aparatu Ilizarowa

Fig. 2a,b. A-P and lateral radiographs of right lower leg bones showing healed nonunion after removal of the Ilizarov apparatus

Przykład 2

Chory lat 49 (nr hist. choroby: 6543/13) przyjęty z innego ośrodka z powodu stawu rzekomego zakażonego, w obrębie podudzia lewego. Do zapalenia doszło w następstwie otwartego złamania IIIC (wg. G-A), którego doznał w wyniku wypadku komunikacyjnego. Ponadto u chorego doszło wówczas również do otwartego złamania podudzia i uda prawego. Pierwotnie zaopatrzony w szpitalu w Hanowerze, gdzie złamania zaopatrzono gwoździami śródszpicowymi a lewe podudzie stabilizatorem zewnętrznym. W wyniku dalszego leczenia doszło do infekcji MSSA i po przewiezieniu do kraju w jednym z ośrodków podjęto decyzję o odcinkowej resekcji zmienionego zapalniego odcinka. Do Kliniki trafił z ubytkiem 13cm kości piszczelowej lewej. (Ryc. 3a, b). Podczas leczenia w naszej klinice wykonano osteotomię w okolicy nasady bliższej kości piszczelowej, założono druty ciągnące z oliwkami i w 8 dniu rozpoczęto transport z częstotliwością 4x0,25 mm. Wykonywano regularne kontrole RTG i USG regeneratu i po 20 tygodniach zakończono transport. Rozpoczęto kolejny etap leczenia wykonując osteotomię nasady dalszej kości piszczelowej z założeniem drutów ciągnących i również w 8 dniu rozpoczęto transport z prędkością 4x0,25mm (Ryc. 4a, b). Po kolejnych 24 tygodniach zakończono transport odłamu dystalnego, ustabilizowano odłamy z zapewnieniem ciszy mechanicznej regeneratom i rozpoczęto naprzemienną kompresję i dystrakcję między

Example 2

A 49-year-old male patient (Case History No. 6543/13) was admitted from another centre due to an infected nonunion in the left lower leg. Inflammation had developed following a Type IIIC (according to G-A) open fracture sustained as a result of a traffic accident. Moreover, during the accident he also sustained an open fracture of the right thigh and lower leg. He was initially treated at a hospital in Hanover, where the fractures were fixated with intramedullary nails and the left lower leg was treated with an external fixator. Further treatment resulted in an MSSA infection; the patient was transported to a Polish centre, where a decision was made to perform segmental resection of the inflamed segment of bone. The patient was admitted to our Department with a 13 cm bone defect in the left tibia (Fig. 3a, b). The treatment at the Department included osteotomy in the region of the proximal tibial epiphysis, use of tensioned wires with olives, and, starting on the 8th day, bone transport at a rate of 4 x 0.25 mm. Regular follow-up radiographic and ultrasound examinations of the regenerate were performed and the transport was completed after 20 weeks. Another stage of treatment started with osteotomy of the distal tibial epiphysis with tensioned wires and bone transport at a rate of 4 x 0.25 mm (Fig. 4a, b), also starting from the 8th day after the procedure. After another 24 weeks the transport of the distal fragment was completed, the

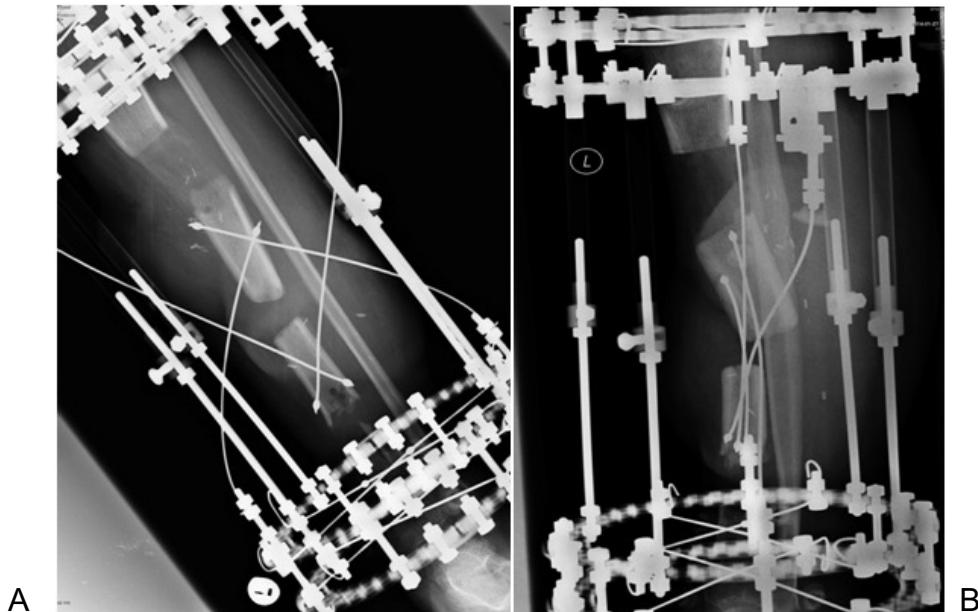


Ryc. 3 a,b. Obraz rtg goleni lewej; a – projekcja a-p, b – projekcja boczna. Widoczny rozległy ubytek trzonu kości piszczelowej. Odłamy ustabilizowane aparatem zewnętrznej stabilizacji. Kość strzałkowa nieuszkodzona.

Fig. 3a,b. A-P (a) and lateral (b) radiographs of left lower leg. An extensive defect in the tibial shaft is visible. The fragments are fixated with an external device. The fibula is intact.

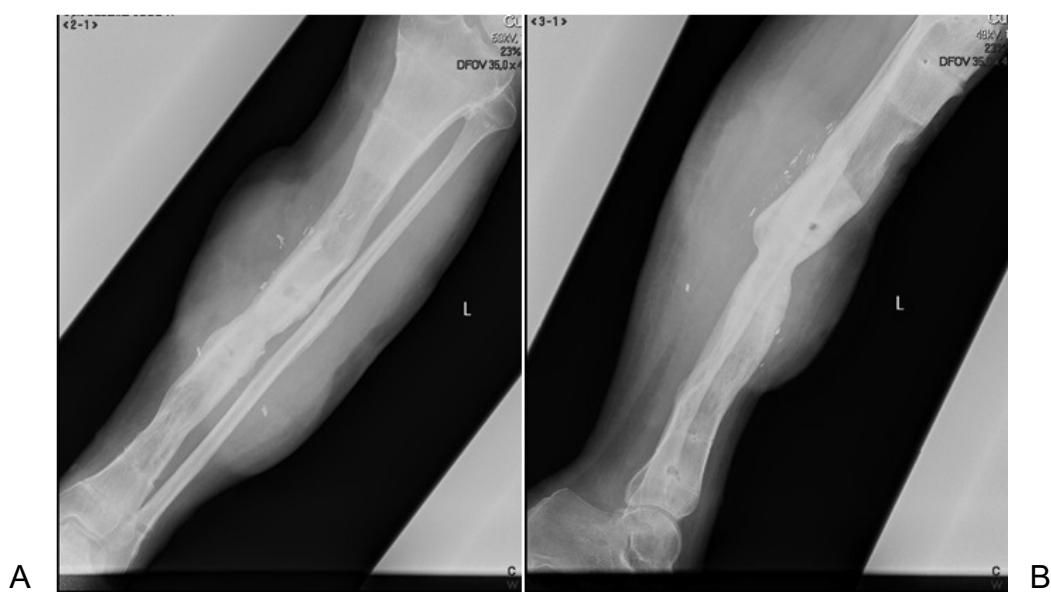
odłamami. Po kolejnych 10 tyg. uzyskano zrost kostny, bez nawrotu infekcji (Ryc. 5a, b).

fragments were fixated, mechanical silence with respect to the regenerates was ensured, and alternating compression and distraction between the fragments was introduced. Bone union was achieved 10 weeks later without recurrence of infection (Fig. 5a, b).



Ryc. 4a,b. Obraz rtg goleni lewej; a – projekcja a-p, b – projekcja boczna. Transport kostny dwuodłamowy zaawansowany. Regeneraty prawidłowe

Fig. 4a,b. A-P (a) and lateral (b) radiographs of the left lower leg. There is advanced two-fragment bone transport. The regenerates are normal



Ryc. 5a,b. Obraz rtg goleni lewej; a – projekcja a-p, b – projekcja boczna. Wygojenie ubytku kostnego, zrost, regeneraty przebudowane, aparat Ilizarowa zdjęty

Fig. 5a,b. A-P (a) and lateral (b) radiographs of the left lower leg. The bone defect has healed, bone union and remodelled regenerates can be seen; the Ilizarov apparatus has been removed.

Przykład 3

Chora lat 60 (nr hist. choroby: 3650/14) przyjęta z innego ośrodka z powodu stawu rzekomego zakażonego, w obrębie uda prawego. Do zapalenia doszło w następstwie złamania wieloodłamowego w lipcu 2011 r. Pierwotnie zaopatrzona płytą LCO/CHM. Po 3 miesiącach doszło do destabilizacji zespolenia. Usunięto płytkę i założono płytę LCP. W lutym 2012 ponownie operowana z powodu braku zrostu kości udowej oraz destabilizacji zespolenia. Implantowano chory gwóźdź śródszpikowy odkolanowy. Ze względu na utrzymujące się przykucze i ograniczenia ruchomości stawu kolanowego po poprzednich zabiegach operacyjnych usprawniana w Oddziale Rehabilitacyjnym. W trakcie leczenia stwierdzono złamanie gwoździa śródszpikowego, destabilizację zespolenia. Przyjęta do Kliniki w maju 2014 r. gdzie wykonano usunięcie uszkodzonego zespolenia, oczyszczenie stawu rzekomego, udrożnienie kanału kości udowej, wycięto przetokę, debridement oraz implantowano gąbki garamycynowe (Ryc. 6a, b). W posiewach stwierdzono MSSA. Chorą zaopatrzono w ortezę biodrowo-udowo-podudziową własnego pomysłu, celem wygojenia stanu zapalnego. Włączono antybiotykoterapię celowaną przez 6 tyg. oraz profilaktykę przeciwzakrzepową wg zaleceń. Ponownie przyjęta do oddziału po 5 miesiącach po wyleczeniu stanu zapalnego i normalizacji parametrów zapalnych. Udrożniono kanał kości udowej i założono aparat Ilizarowa. Rozpoczęto naprzemienną kompresję (przez 5 dni) i dystrakcję (również przez 5 dni) odłamów z często-

Example 3

A 60-year-old female patient (Case History No. 3650/14) was admitted from another centre due to an infected nonunion in the right thigh. The inflammation had developed as a result of a comminuted fracture sustained in July 2011. The patient was initially treated with an LCO/CHM plate. The fixation destabilised 3 months later. The plate was removed and an LCP plate was used. The patient underwent another surgery in February 2012 due to the lack of bone union in the femur and destabilisation of the fixation. Retrograde intramedullary nailing was performed. Due to persistent contractures and limited knee mobility following the previous surgical procedures, the patient underwent rehabilitation at the Department of Rehabilitation. During the treatment, a broken intramedullary nail and destabilisation of the fixation were found. The patient was admitted to our Department in May 2014; the damaged fixation was removed, the nonunion was cleared, a fistula was resected, the femoral canal was cleared, the patient underwent debridement, and Garamycin sponges (gentamicin) were implanted (Fig. 6a, b). Cultures grew MSSA. In order to heal the inflammation, the patient received an orthosis for her hip, thigh and lower leg (designed by the attending doctors). She underwent targeted antibiotic therapy for 6 weeks and antithrombotic prophylaxis according to the recommendations. The patient was again admitted to the ward 5 months after the inflammation had healed and the inflammatory parameters had normalised.

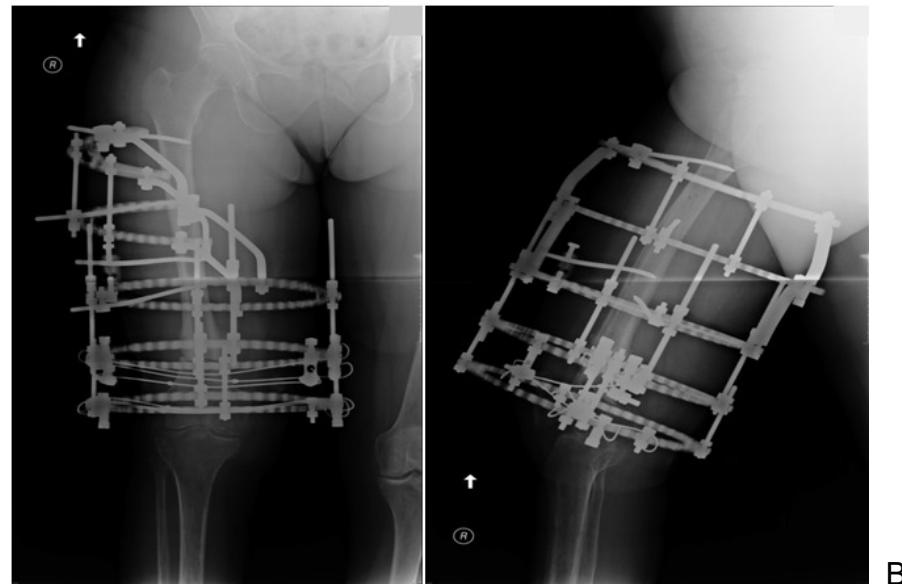


Ryc. 6a,b. Obraz rtg kości udowej prawej w projekcji a-p i bocznej. Widoczny staw rzekomy hypotroficzny przynasady dalszej kości udowej prawej. Zapalne zniszczenie struktury kostnej. Odwapnienie odłamu obwodowego

Fig. 6a,b. A-P and lateral radiographs of the right femur. There is hypotrophic nonunion in the distal metaphysis of the right femur with inflammatory destruction of the bone structure and decalcification of the peripheral fragment

tliwością $4 \times 0,25\text{mm}$ oraz częściowe obciążanie kończyny (Ryc. 7a, b). Kontrolę radiologiczną wykonywano raz w miesiącu. W badaniu RTG wykonanym po 5 miesiącach stwierdzono cechy postępującej przebudowy kostnej. Aparat usunięto po 12 miesiącach po uzyskaniu zrostu odłamów (Ryc. 8a, b). Nie stwierdzono nawrotu infekcji a chora porusza się z pełnym obciążaniem kończyny.

The femoral canal was cleared and an Ilizarov apparatus was applied. Alternating compression (for 5 days) and distraction (also for 5 days) of the fragments were commenced at a rate of $4 \times 0.25\text{ mm}$ together with partial weight-bearing on the limb (Fig. 7a, b). Follow-up radiographs were obtained once a month. A radiographic examination performed after 5 months showed evidence of ongoing bone remodelling. The device was removed after 12 months once bone union between the fragments had been



Ryc. 7a,b. Obraz rtg kości udowej prawej w projekcji a-p i bocznej. Widoczna stabilizacja odłamów aparatem Ilizarowa. Cechy wczesnego zrostu odłamów

Fig. 7a, b. A-P and lateral radiographs of the right femur. The fragments are fixated with an Ilizarov apparatus. There is evidence of early bone union between the fragments



Ryc. 8a,b. Obraz rtg kości udowej prawej w projekcji a-p i bocznej. Widoczny zrost odłamów po zdjęciu aparatu Ilizarowa

Fig. 8a,b. A-P and lateral radiographs of the right femur. There is bone union between the fragments after the removal of the Ilizarov apparatus

achieved (Fig. 8a, b). The infection did not recur and the patient now walks with full loading of the limb.

DYSKUSJA

Uzyskane dobre wyniki końcowe, wykazują że leczenie stawów rzekomych zakażonych kości udowej i piszczelowej metodą Ilizarowa jest właściwym sposobem postępowania w tych niezwykle złożonych powikłaniach [27]. Zastosowanie tej metody w trakcie leczenia umożliwia optymalne zaopatrzenie i stabilizację odłamów po zabiegu operacyjnym, umożliwiając jednocześnie wcześnie pionizację chorych z obciążaniem leczonej kończyny różnego stopnia. Już od lat pięćdziesiątych aparat Ilizarowa znalezł zastosowanie w wielu różnych gałęziach ortopedii i chirurgii a obecnie łączony jest również z innymi metodami zespołów kości [7,25,27].

Stosowana w naszej Klinice metoda leczenia stawów rzekomych zakażonych kości długich jest obecnie szeroko stosowana na świecie i z doniesień naukowych wynika że również w innych krajach wykorzystuje się ją z powodzeniem u chorych, u których zawiadły inne klasyczne metody leczenia i zaopatrzenia stawów rzekomych.

Zastosowanie u chorych dokładnego debridement, sekwestrektomii, przywrócenia prawidłowego ukrwienia odłamów, pokrycia ubytków tkanek miękkich oraz przekonywającej biomechanicznie stabilizacji odłamów aparatem Ilizarowa, jest istotne biologicznie. Przekonywująca stabilizacja odłamów umożliwia wskazaną ciśnieniem biomechaniczną w pierwszym okresie leczenia zapalenia. Jest to element stosowany w licznych ośrodkach zajmujących się problematyką zapalną [2,4,5,9, 10,12,18,22,26,28]. Z doniesień naukowych jak i praktyki klinicznej jednoznacznie wynika, że bez dokładnego „debridementu”, wycięcia ogniska zapalnego w granicach unaczynionych odłamów, nie ma możliwości wyleczenia chorego jedynie antybiotykoterapią.

Już od wczesnych lat sześćdziesiątych Willeneger wykazał wyższość mechanicznego oczyszczania ogniska zakażenia w kości nad antybiotykoterapią ogólną [17,18,22]. W naszym materiale, takie podejście do leczenia zapaleń kości doprowadziło do prawie całkowitego wyleczenia zapalenia i uzyskania zrostu kostnego. Porównując doniesienia, uzyskane przez nas wyniki nie odbiegają od światowych standardów leczenia stawów rzekomych zakażonych. Wysoki odsetek infekcji gronkowcem MSSA w naszym materiale, świadczyć może o nieadekwatnym leczeniu infekcji wczesnych poza naszym ośrodkiem. Z wywiadów wynikało, że dominującym sposobem postępowania w przypadkach rozpoznania infekcji było jedynie podanie antybiotyku, bez oczyszczania miejsca infekcji lub wymiana zespołu

DISCUSSION

The good final outcomes we have achieved suggest that treatment of infected femoral and tibial nonunion with the Ilizarov method is appropriate in these extremely complex complications [27]. The use of this method during treatment allows for optimum reduction and fixation of the fragments after surgery while also contributing to early mobilisation of the patients, who can move with various degrees of weight-bearing on the operated limb. The Ilizarov apparatus came to be used in several branches of orthopaedics and surgery as early as the 1950s and is now being combined with other methods of bone fixation [7,25,27].

The method of treatment of infected long bone nonunion used at the Department is nowadays widely applied in many parts of the world and the scientific literature shows that specialists from other countries also successfully use it in patients in whom other classic methods of nonunion treatment and care have failed.

Thorough debridement, sequestrectomy, restoration of normal blood supply to the fragments, covering soft tissue defects, and ensuring good biomechanical fragment fixation with the Ilizarov apparatus are biologically important. Good fixation of the fragments creates biomechanical silence, which is required in the first stage of treatment of the inflammation. It is a part of treatment used in many centres specialising in inflammatory processes [2,4,5,9,10, 12,18,22,26,28]. Both scientific literature and clinical practice clearly show that in order to be effective, the treatment requires not only antibiotics, but also thorough debridement and resection of the inflammatory foci with surgical margins within vascularised fragments.

In the early 1960s, Willeneger proved that mechanical debridement was more effective in removing foci of infection from bone than systemic antibiotic therapy [17,18,22]. In our study group, this approach to treating osteomyelitis resulted in almost complete elimination of inflammation and successful bone union. A comparison with the literature shows that our results align with globally accepted standards of treatment of infected nonunion. A high percentage of MSSA infections in the study group may indicate inadequate treatment of early infections outside of our centre. Patient histories revealed that the main method of management of infections consisted in the administration of antibiotics without clearing the infected site or in replacement of the fixation device

bez wcześniejszego wyleczenia infekcji. Jest to postępowanie niewłaściwe biologicznie i prowadzi do rozwoju infekcji oraz narastania lekooporności na stosowane antybiotyki, w tym celowane [18,22].

Celem oceny jakości regeneratu i procesu zrostu kostnego wg piśmiennictwa wykorzystywana jest głównie metoda USG oceniająca regenerat, natomiast badanie TK wskazane jest przede wszystkim do oceny zrostu kostnego. Istotnym elementem przed podjęciem leczenia jest eliminacja ognisk zapalnych endogenowych. W doniesieniach, które opisują leczenie metodą Ilizarowa nie znaleziono wzmianek o wcześniejszej eliminacji tych ognisk. Wprowadzenie w Klinice Karty przygotowania do zabiegu operacyjnego znacznie zmniejszaczęstość nawrotu infekcji.

Zastosowanie metody Rapid Recovery również u chorych leczonych z powodu stawów rzekomych zakażonych znajduje odzwierciedlenie w zmniejszeniu ryzyka powikłań zakrzepowo-zatorowych. Ponieważ leczenie stawów rzekomych zakażonych jest zagadnieniem złożonym i wymaga długotrwałej terapii konieczne jest więc dokładne poinformowanie chorych o sposobie i trudnościach w leczeniu, celem uzyskania od nich pełnego zrozumienia i akceptacji.

PODSUMOWANIE

Podstawowym warunkiem skuteczności leczenia stawów rzekomych zakażonych, jest uprzednia eliminacja endogennych ognisk zapalnych i nikotynizmu.

Zasadniczym elementem biologicznym warunkującym wyleczenie zapalonego stawu rzekomego i uzyskania zrostu kostnego jest:

- pokrycie ubytku skóry
- dobry stan skóry i tkanek miękkich
- przywrócenie prawidłowego ukrwienia odłamów kostnych.

Powodzenie leczenia stawów rzekomych zakażonych możliwe jest po:

- radykalnym oczyszczeniu ogniska zapalonego,
- przekonywającej biomechanicznie stabilizacji z dynamizacją lub kompresją międzyodłamową,
- celowej, przewlekłej antybiotykoterapii.

Leczenie stawów rzekomych zakażonych metodą Ilizarowa jest biologicznie zasadne i skuteczne nawet w złożonych infekcjach (C-M II i III).

Metoda Ilizarowa była również skuteczną w leczeniu znaczących, pozapalnych ubytków kości umożliwiając wygojenie stanu zapalonego, transport kostny i uzyskanie zrostu.

Zastosowanie metody Ilizarowa do leczenia stawów rzekomych zakażonych kończyn dolnych, gdzie zawiodły inne metody leczenia, jest metodą z wyboru.

without eliminating the infection first. This approach is biologically incorrect and results in the development of infections and drug resistance to the antibiotics used, including targeted antibiotics [18,22].

According to the literature, the quality of regenerate and the process of bone union are assessed mainly with ultrasound and CT, respectively. Before the treatment, it is important to eliminate endogenous inflammatory foci. Reports describing treatment with the Ilizarov method do not include information on elimination of inflammatory foci before the procedure. The introduction of a pre-surgery checklist at the Department has considerably decreased the rate of recurrent infections.

In addition, the use of the Rapid Recovery method in patients treated due to infected nonunion has translated to a lower risk of thromboembolic complications. Since treatment of infected nonunion is a complex issue and requires long-term therapy, it is necessary to inform the patients in detail about the method of treatment and the associated difficulties in order to make sure they fully understand and accept them.

CONCLUSION

Efficacy of treatment of infected nonunion depends mainly on ensuring that endogenous inflammatory foci and nicotine dependence are eliminated first.

The main biological factors contributing to successful treatment of infected nonunion and achieving bone union are:

- covering the skin defect
- good condition of the skin and soft tissues
- restoring normal blood supply to the bone fragments.

Successful treatment of infected nonunion is possible once:

- inflammatory foci have been thoroughly cleared,
- good biomechanical fixation with interfragmental compression or dynamisation has been achieved,
- prolonged targeted antibiotic therapy has been introduced.

There is a sound biological rationale behind the treatment of infected nonunion with the Ilizarov method and it is effective even in complex infections (C-M Type II and III).

The Ilizarov method was also effective in the treatment of extensive post-inflammatory bone defects, allowing for elimination of inflammation, bone transport and bone union.

The Ilizarov technique is a method of choice in the treatment of infected nonunion in the lower limbs in cases where other treatment methods have failed.

1. Warunkiem skuteczności leczenia stawów rzekomych zakażonych, jest uprzednia eliminacja endogennych ognisk zapalnych, pokrycie ubytku skóry, dobry stan skóry i tkanek miękkich, przywrócenie prawidłowego ukrwienia odlamów kostnych oraz przekonywająca biomechanicznie stabilizacja odlamów z dynamizacją lub kompresją.
 2. Zastosowanie metody Ilizarowa do leczenia stawów rzekomych zakażonych, gdzie zawiodły inne metody leczenia jest metodą z wyboru.
1. Treatment of infected nonunion can only be effective after eliminating endogenous inflammatory foci, covering skin defects, ensuring a good condition of the skin and soft tissues, restoring normal blood supply to the bone fragments, and good biomechanical fixation of the fragments with dynamisation or compression.
 2. The Ilizarov method is a method of choice in the treatment of cases of infected nonunion where other treatments have failed.

PIŚMIENI CTWO / REFERENCES

1. El-Sayed M. M H „Management of infected nonunion of the femur in adults using the Ilizarov technique” Eur. Orthop. Traumatol (2014) 5:285-291
2. Hosny G, Shawky MS “The treatment of infected non-union of the tibia by compression-distraction techniques using the Ilizarov external fixator”. (1998) Int Orthop 22(5):298–302
3. Okapa R, Rak S, Wenda J, Marczyński W, Walczak P, Macias J.” Septic complications after multilocal fractures and multiple traumatic injury”. Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol. 2011 Jul-Aug;76(4):214-8. Polish.
4. Takahashi M., Kawasaki Y., Matsui Y., Yasui N. „Fragmental bone transport in conjunction with acute shortening followed by gradual lengthening for a failed infected nonunion of the tibia” J Orthop Sci (2010)15:420-424
5. Krappinger D., IrenbergernA., Zegg M., Huber B., “Treatment of large posttraumatic tibial bone defects using the Ilizarov method: a subjective outcome assessment” Arch Orthop Trauma Surg (2013) 133:789-795
6. Catagni MA, Guerreschi F, Lovisetti L “Distraction osteogenesis for bone repair in the 21st century: lessons learned”.(2011) Injury 42(6):580–586
7. Sun XT, Easwar TR, Manesh S, i wsp. “Complications and outcome of tibial lengthening using the Ilizarov method with or without a supplementary intramedullary nail: a case-matched comparative study”. (2010) J Bone Joint Surg Br 93(6):782–787
8. Borzunov DY “ Long bone reconstruction using multilevel lengthening of bone defect fragments.” (2012) Int Orthop 36(8):1695–1700
9. Hollenbeck ST, Woo S, Ong S, Fitch RD, Erdmann D, Levin LS “The combined use of the Ilizarov method and microsurgical techniques for limb salvage.” (2009) Ann Plast Surg 62(5):486–491
10. Wan N, Baba A, Kangoo K, Mir M “Role of early Ilizarov ring fixator in the definitive management of type II, IIIA and IIIB open tibial shaft fractures.” (2011) Int Orthop 35(6):915–923
11. Cierny G. 3rd, Mader JT., Penninck JJ., “A clinical staging system for adult osteomyelitis” Clin. Orthop. Relat. Res 2003;414:7-24
12. Cattaneo R, Villa A, Catagni M, Tentori L “Treatment of septic or non-septic diaphyseal pseudoarthroses by Ilizarov’s monofocal compression method.” (1985) Rev Chir Orthop Reparatric Appar Mot 71(4):223–229
13. Cirpar M., Cetik O., Uslu M., Eksioglu F. “Common complications of segmental bone transport with Ilizarov technique in defective tibia pseudoarthrosis: a review” Eur. J Orthop Surg. Traumatol (2006)16: 380-385
14. Yin P., Zhang L., Zhang L., i wsp. “Ilizarov bone transport for the treatment of fibular osteomyelitis: a report of five cases” BMC Musculoskeletal Disorders December 2015, 16:242
15. Vanderstappen J., Lammens J., Berger P., Laumen A., „Ilizarov bone transport as a treatment of congenital pseudarthrosis of the tibia: a long-term follow-up study” Journal of Children’s Orthopaedics August 2015, Volume 9, Issue 4, pp 319-324
16. Naumenko ZS, Rozova LV, Kliushin NM “Dynamics of antibiotic resistance of Staphylococcus aureus isolated from chronic osteomyelitis patients”. (2003) Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol 2:70–72
17. Okapa R, Marczyński W, Kolbuszewski A. „Proceedings of scientific instructional conference on local antibiotic therapy on prevention and treatment of infections in orthopaedics and traumatology”. Pol Orthop Traumatol. 2013 Jun 13;78:127-37
18. Bialecki J, Brychcy A, Marczyński WJ. „Algorithm for the prophylaxis of septic complications in orthopedics and traumatology of locomotor system at the Department of Orthopedics at the Postgraduate Medical Education Center in Otwock”. Pol Orthop Traumatol. 2013 Sep 18;78:207-11.
19. El – Sayed M., Correll J., Hosny A.G. i wsp. “Bone regenerate complications during lengthening: incidence, predisposing factors, and treatment”. European Orthopaedics and Traumatology pp 1-5 Oct. 2015
20. Khanfour A. A., El-Sayed M. M. “Efficacy of a compliant semicircular Ilizarov pin fixator module for treating infected nonunion of the femoral diaphysis” Strat Traum. Limb Recon (2014) 9:101-109
21. Antoci V, Ono CM, Antoci V Jr, Raney EM “Pin-tract infection during limb lengthening using external fixation.” (2008) Am J Orthop (Belle Mead NJ) 37(9):E150–E154
22. Karargyris O.,Polyzois V.D., Karabinas P., Mavrogenis A.F., Pneumaticos S.G. “Papineau debridement, Ilizarov bone transport, and negative – pressure wound closure for septic bone defect of the tibia” Eur J Orthop Surg Traumatol (2014) 24: 1013-1017
23. Ilizarov GA, “ The tension – stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I: The influence of stability of fixation and soft – tissue preservation” (1989) Clin Ortop 238:249-281
24. Ilizarov GA, “ The tension – stress effect on the genesis and growth of tissues. Part II: The influence of the rate and frequency of distraction” (1989) Clin Orthop 239:263-285

25. Gulabi D., Erdem M., Sitki G., Avci C.C., Saglam N., Saglam F., „Ilizarov fixator combined with an intramedullary nail for tibial nonunions with bone loss: Is it effective?” Clin. Orthop. Ralat. Res 2014
26. Bialecki J., Brychcy A., Rafalski Z., Marczyński W., Rak S., „Stimulation of bone union with dynamic beams of Konzal’s „R” externa fixator” Ortop Traumatol Rehabil. 2014 oct 3;16(5):487-96
27. Morasiewicz L., Orzechowski W., Kulej M., Stępniewski M. “Ocena wyników leczenia metodą Ilizarowa braku zrostu trzonu kości udowej ze skróceniem” Ortop Traumatol Rehabil. 2007 4(6); vol. 9, 366-376
28. Reichert P., Rutkowski R., Zimmer K., Gosk J., Skiba K. “Wyniki leczenia stawów rzekomych metodą dekortykacji w zależności od morfologii stawu rzekomego” Ortop Traumatol Rehabil. 2006 6(6); vol. 8, 613-619.

Liczba słów/Word count: 8497

Tabele/Tables: 0

Ryciny/Figures: 8

Piśmiennictwo/References: 28

Adres do korespondencji / Address for correspondence

*Marek Dróżdż, Klinika Ortopedii Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego
Oddział Zapalen Kości i Stawów, ul. Konarskiego 13, 05-400, Otwock, Polska,
Tel.: +48 (22) 779 40 31, Fax: +48 (22) 779 35 71, e-mail: marekdrodz@interia.pl*

*Otrzymano / Received 25.10.2016 r.
Zaakceptowano / Accepted 07.12.2016 r.*