

# Zastosowanie gwoździowania śródszpikowego z ryglowaniem w leczeniu zaburzeń zrostu po złamaniach trzonu kości ramiennej. Studium przypadków

## Locked Intramedullary Nailing in the Treatment of Non-union Following Humeral Shaft Fractures. Cases Study

Krzysztof Wójcik<sup>(A,B,D,E,F)</sup>, Roman Nowak<sup>(A,B,D)</sup>, Damian Polak<sup>(B,D,E)</sup>,  
Tomasz Bielecki<sup>(D,E,F)</sup>

Katedra i Kliniczny Oddział Ortopedii Śląskiego Uniwersytetu Medycznego, Wojewódzki Szpital Specjalistyczny  
nr 5 im. św. Barbary, Sosnowiec  
Department of Orthopaedics, Medical University of Silesia, St. Barbara Regional Specialised Hospital  
No. 5 in Sosnowiec, Poland

### STRESZCZENIE

Praca zawiera opisy przypadków leczenia powikłań zrostu złamań trzonu kości ramiennej leczonych pierwotnie operacyjnie. U wszystkich chorych zastosowano gwoździowanie śródszpikowe z ryglowaniem. Destrakcja kości w miejscu złamania jest wskazaniem do zastosowania przeszczepów kostnych. Wartościową metodą stymulacji zrostu w uzasadnionych przypadkach jest, w naszej ocenie, dwu lub trzykrotne podanie w okolicę złamania autogennego szpiku kostnego. Stabilne zespolenie odłamów sprzyja tworzeniu i przebudowie kostnicy oraz umożliwia wczesną rehabilitację.

**Słowa kluczowe:** gwoździowanie śródszpikowe, kość ramienna, zaburzenia zrostu kostnego

### SUMMARY

The paper presents an analysis of cases of treatment of humeral shaft fracture non-union following operative treatment. Non-union was treated by locked intramedullary nailing in all patients. Bone destruction at the fracture site is an indication for using bone grafts. In our opinion autologous bone marrow injection to the fracture site is an effective method of bone union stimulation, and this non-invasive procedure may be repeated several times. Stable osteosynthesis promotes callus formation and remodeling, and enables early rehabilitation.

**Key words:** intramedullary nailing, humeral bone, bone union complications

## WSTĘP

Leczenie złamań trzonu kości ramiennej stanowi istotny problem ortopedyczny. Kluczowym jest wybór metody gwarantujący uzyskanie najlepszego wyniku czynnościowego. Oczywiście jest leczenie operacyjne złamań ze wskazań bezwzględnych [1,2,3]. Jeżeli wygojenie złamania można uzyskać metodą zachowawczą należy liczyć się ze wzrostem odłamów z przemieszczeniem. W przeciwieństwie do tak wygojonych złamań kości długich kończyn dolnych w części przypadków złamań trzonu kości ramiennej nie zaburza to istotnie sprawności fizycznej pacjenta, może być przez niego akceptowane i dobrze tolerowane. Trudnym problemem jest leczenie braku zrostu złamania trzonu kości ramiennej po pierwotnym leczeniu operacyjnym. Ponowne stabilne zespolenie płytkowe wymusza znaczną rozległość zabiegu i niesie ryzyko uszkodzenia nerwu promieniowego, a destrukcja kości w miejscu złamania i jego okolicy potęguje problemy techniczne operacji. Zespolenie śródszpikowe gwoździem ryglowanym daje naturalną możliwość odtworzenia i utrzymania osi trzonu i pozwala bardziej efektywnie wykorzystać przeszczepy kostne do wypełnienia ewentualnych ubytków. Praca zawiera opis czterech przypadków braku zrostu trzonu kości ramiennej leczonych różnymi metodami operacyjnymi. Celem jest przedstawienie skuteczności gwoździowania śródszpikowego z ryglowaniem w leczeniu tego powikłania, ze zwróceniem szczególnej uwagi na problemy techniczne zabiegu oraz wykorzystanie procedur sprzyjających uzyskaniu zrostu kostnego.

## OPISY PRZYPADKÓW

Chory D. K., lat 21 doznał w wypadku komunikacyjnym licznych złamań kości długich w tym złamania trzonów kości przedramienia i otwartego wieloodłamowego złamania dalszej części trzonu lewej kości ramiennej z uszkodzeniem nerwu promieniowego. Operowany w dniu urazu. Złamanie kości przedramienia zespolono płytkami rynienkowymi i kości ramiennej płytą AO. Gojenie złamania kości ramiennej powikłane było brakiem zrostu (Ryc. 1). W piątym miesiącu wykonano operację ponownej stabilizacji odłamów połączoną z neuroлизą nerwu promieniowego. Stwierdzono jego kilkucentymetrową destrukcję z wciągnięciem w bliźnię otaczającą i wypełniającą szczelinę złamania. Usunięto zespolenie i tkankę włóknisto-chrzęstną. Rozwiercono kanał szpikowy i zespolono kość gwoździem śródszpikowym ryglowanym z kompresją międzyodłamową wprowadzonym od strony bliższej. Miejsce ubytków kostnych oraz okolicę złamania obłożono przeszczepem kostnym gąbczastym allogenicznym. Po czte-

## BACKGROUND

The treatment of humeral shaft fractures poses a significant orthopaedic problem. Of key importance is the selection of a technique that would guarantee the best functional outcome. It is obvious that fractures should be treated operatively in the presence of absolute indications [1,2,3]. If fracture healing can be achieved using conservative modalities it is likely that the union will show displacement. Unlike fractures of long bones of lower limbs, in some patients this kind of malunion in humeral shaft fractures does not significantly disturb physical ability; it may be accepted and well tolerated by the patient. Humeral shaft non-unions after primary surgical treatment are difficult to treat. A repeat stable osteosynthesis with plates requires extensive surgery and is associated with a risk of radial nerve damage. Furthermore, bone destruction at the fracture site and the surrounding area increases the level of technical difficulty of the surgery. Locked intramedullary nailing gives a natural opportunity to restore and maintain the shaft axis and allows more effective use of bone grafting to fill in any bone defects. The present paper contains an analysis of four cases of patients with humeral shaft non-union treated with various surgical methods. The objective of the paper is to present the effectiveness of locked intramedullary nailing in the treatment of this complication, with special regard to the technical problems of the operation and the use of procedures to promote bone union.

## CASE DESCRIPTIONS

Patient D.K., aged 21, sustained numerous fractures of long bones in a road accident, including forearm bone shaft fractures and an open comminuted fracture of the left distal humeral shaft with radial nerve damage. The patient underwent surgery on the day of the accident. Forearm bone fractures were stabilised with semi-tubular plates and the humerus fracture was stabilised with an AO plate. The healing of the humerus fracture was complicated by non-union (Fig. 1). In the fifth post-operative month, a re-stabilisation surgery of bone fragments was performed combined with radial nerve neurolysis. Several centimetres of the nerve were damaged and dragged into the scar that surrounded and filled up the fracture crack. The stabilisation plate and fibrocartilaginous tissue were removed. The medullary canal was reamed and the bone was stabilised with a proximally inserted locked intramedullary nail with interfragmental compression. Areas of bone loss and the fracture site were covered with an allogenic



Ryc. 1. Rtg ramienia lewego ze stawem łokciowym – brak zrostu złamania w 1/3 dalszej trzonu po zespoleniu płytką  
 Fig.1. Left arm radiograph with ulnar joint. Non-union in distal third of the shaft after plating

rech miesiącach ponownie uzupełniono ubytek kostny przeszczepem własnym kości gąbczastej pobranym z talerza biodrowego i usunięto śrubę ryglującą położoną w pobliżu szczeliny złamania oraz w części bliższej gwoździu. Zrost złamania z pełną ruchomością stawu ramiennego oraz łokciowego uzyskano po 14 miesiącach leczenia (Ryc. 2).

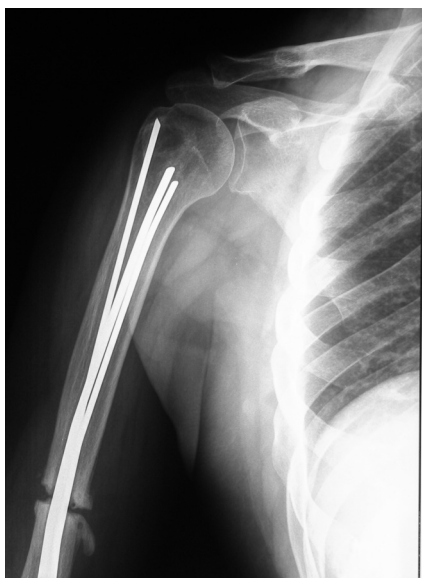
Chory Z.D, lat 38 doznał po upadku z wysokości urazu kończyny górnej ze złamaniem 1/3 dalszej prawej kości ramiennej. Leczony operacyjnie w czwartej dobie po wypadku. Złamanie zespolono śródszpikowo sposobem zamkniętym trzema prętami Rusha wprowadzonymi od strony dalszej kości ramiennej. Gojenie powikłane było brakiem zrostu (Ryc. 3). Pacjent przekazany został do leczenia w naszym ośrodku. Operowany powtórnie po 5 miesiącach. Usunięto zespolenie, rozwiercono kanał szpikowy i odczłamy zespolono sposobem zamkniętym gwoździem śródszpikowym ryglowanym z kompresją, wykorzystując pierwotne dojście operacyjne. Pomimo dwukrotnej stymulacji zrostu kostnego autogennym szpikiem kostnym podanym w okolicę złamania nie uzyskano zrostu kostnego (Ryc. 4). W kolejnym zabiegu usunięto zespolenie oraz tkankę bliznowatą wypełniającą i otaczającą miejsce złamania. Rozwiercono kanał szpikowy i odczłamy zespolono gwoździem śródszpikowym z kompresją międzyodłamową. Ubytki kost-



Ryc. 2 Rtg ramienia lewego – odczłamy zespolone gwoździem śródszpikowym ryglowanym. Zrost złamania z dobrą konsolidacją kostniny  
 Fig. 2. Left arm radiograph. Fixation of bone fragments with locked intramedullary nail. Fracture union is seen with good callus consolidation

cancellous bone graft. Four months later, the bone defect was again filled with a cancellous autograft harvested from the ilium. Locking screws were removed from the fracture crack area and the proximal part of the nail. Fracture union with a full range of motion of the humeral and ulnar joint was obtained after 14 months of treatment (Fig. 2).

Patient Z.D., aged 38, experienced an upper limb injury with a right distal third humerus fracture after a fall from height. The patient underwent a surgery on the fourth day after the accident. The fracture was fixed by closed intramedullary nailing using three Rush pins inserted through the distal humerus. The post-operative course was complicated by a non-union (Fig. 3). The patient was referred to our department. He was operated on again five months later. The fixation was removed, the medullary canal was reamed and bone fragments were fixed by closed locked intramedullary nailing with compression via the primary surgical approach. In spite of two attempts to stimulate bone union with autogenic bone marrow injected in the fracture area, bone union was not obtained (Fig. 4). During the next procedure, the nailing and scar tissue that filled and surrounded the fracture site were removed. The medullary canal was reamed and bone fragments were stabilised with an intramedullary nail with interfragmental compres-

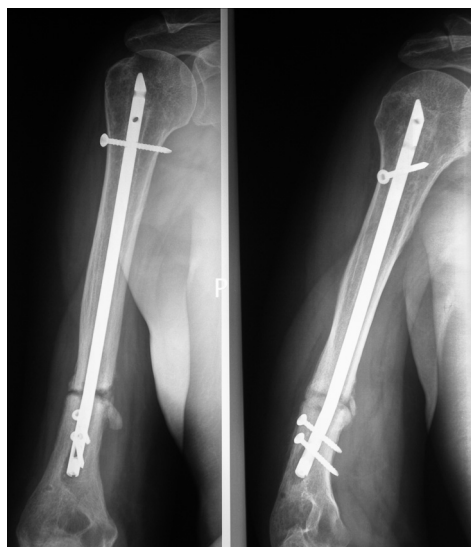


Ryc. 3. Rtg ramienia prawego ze stawem łokciowym. Brak zrostu złamania w 1/3 dalszej po zespoleniu prętami Rusha  
Fig. 3. Right arm radiograph with ulnar joint. Non-union in distal third after Rush pin fixation

ne wypełniono przeszczepem z kości gąbczastej mrożonej. Po 12 i 18 tygodniach od operacji podano w okolicę złamania autogeny szpik kostny pobrany z talerza biodrowego. Zrost kostny z pełną ruchomością stawu łokciowego i ramiennego uzyskano po 7 miesiącach leczenia (Ryc. 5).

Chory B.P, lat 22 doznał w wypadku komunikacyjnym złamania kości obu goleni oraz 1/3 dalszej lewej kości ramiennej. Leczony operacyjnie w dniu wypadku. Złamanie kości ramiennej zespolono śródszpikowo sposobem zamkniętym trzema prętami Rusha wprowadzonymi od strony dalszej przez otwór nad dołem wyrostka łokciowego. Kończynę unieruchomiono w ortezie piersiowo-barkowej. Radiogramy kontrolne wykazały brak zrostu (Ryc. 6). Operowany powtórnie po 4 miesiącach. Usunięto zespolenia i tkankę włóknisto-chrzęstną łączącą odłamy. Rozwiercono jamę szpikową i odłamy zespolono gwoździem śródszpikowym ryglowanym z kompresją, wykorzystując pierwotne dojście operacyjne. Miejsce złamania obłożono przeszczepem z kości gąbczastej mrożonej. Kontrolne radiogramy wykazały powolną przebudowę kostną, co wymagało dwukrotnej, wykonanej w odstępach sześciotygodniowych stymulacji zrostu autogenym szpikiem kostnym pobranym z talerza biodrowego. Zrost złamania z pełną ruchomością stawu łokciowego i ramiennego uzyskano po 6 miesiącach leczenia (Ryc. 7).

Chory W. A, lat 55 doznał w wypadku komunikacyjnym licznych złamań kości długich, w tym złamania części bliższej lewej kości ramiennej poniżej



Ryc. 4. Rtg ramienia prawego – odłamy zespolone sposobem zamkniętym gwoździem śródszpikowym ryglowanym. Brak zrostu złamania

Fig. 4. Right arm radiograph. Fixation of bone fragments with closed locked intramedullary nail. Fracture non-union

sion. Bone defects were filled with a frozen cancellous graft. Autogenic bone marrow harvested from the ilium was injected into the fracture area at 12 and 18 weeks following the surgery. Bone union with a full range of motion of the ulnar and humeral joint was achieved following seven months of treatment (Fig. 5).

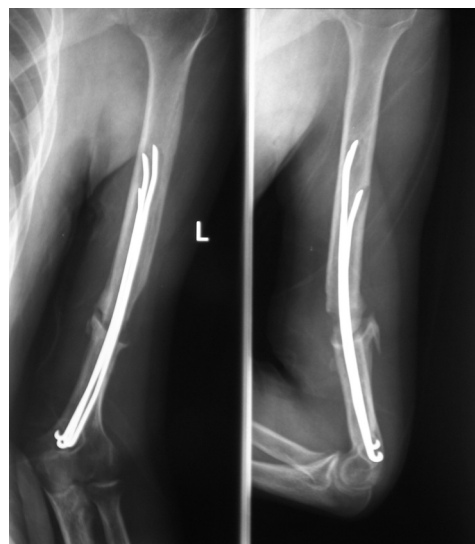
Patient B.P., aged 22, sustained fractures of both tibial bones and a left distal third humeral bone fracture following a road accident. The patient underwent the surgery on the day of the accident. The humerus fracture was fixed by closed intramedullary nailing using three Rush pins inserted distally through an aperture made above the lower ulnar process. The limb was immobilized in a thoracobrachial orthosis. Follow-up radiographs showed non-union (Fig. 6). The patient was reoperated four months later. The fixation and fibrocartilaginous tissue connecting bone fragments were removed. The marrow cavity was reamed and bone fragments were fixed with a locked intramedullary nail with compression via the primary surgical approach. The fracture area was covered with a frozen cancellous bone graft. Follow-up radiographs revealed slow bone remodelling, which required stimulation by two injections of autogenic bone marrow harvested from the ilium made 6 weeks apart. Bone union with a full range of motion of the ulnar and humeral joint was obtained after 6 months of treatment (Fig. 7).

Patient W.A., aged 55, sustained numerous fractures of long bones as a result of a road accident,



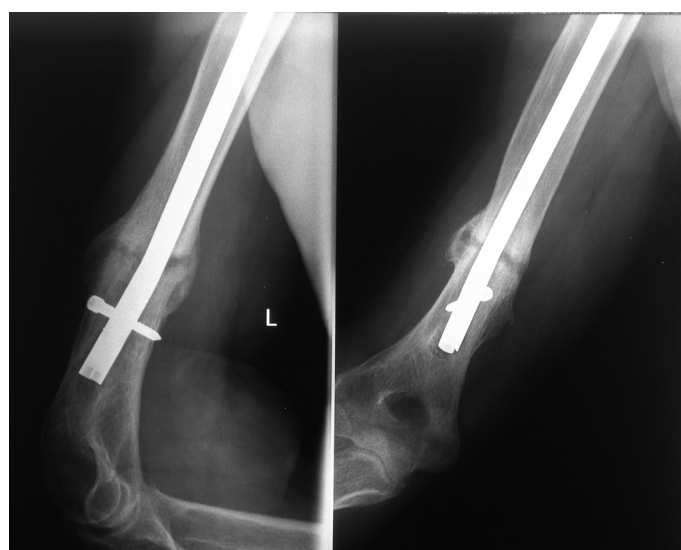
Ryc. 5. Rtg ramienia prawego – odłamy zespolone sposobem otwartym gwoździem śródspikowym ryglowanym. W miejscu złamania przeszczep kostny. Zrost złamania z dobrą konsolidacją kostniną

Fig. 5. Right arm radiograph. Fixation of bone fragments with open locked intramedullary nail. Bone graft at fracture site. Fracture union is seen with good callus consolidation



Ryc. 6. Rtg ramienia prawego ze stawem łokciowym. Brak zrostu złamania w 1/3 dalszej po zespoleniu prętami Rusha

Fig. 6. Right arm radiograph with ulnar joint. Non-union in distal third after Rush pin fixation



Ryc. 7. Rtg ramienia prawego – odłamy zespolone sposobem otwartym gwoździem śródspikowym ryglowanym. W miejscu złamania przeszczep kostny. Zrost złamania z dobrą konsolidacją kostniną

Fig. 7. Right arm radiograph. Fixation of bone fragments with open locked intramedullary nail. Bone graft at fracture site. Fracture union is seen with good callus consolidation

szyjki chirurgicznej. Złamanie zespolono płytką T. Pacjent, mimo przeciwwskazań, wykorzystywał operowaną kończynę do trzymania kuli łokciowej, co przyczyniło się do braku zrostu złamania i destabilizacji zespolenia. Do ponownej stabilizacji użyto płytki Philos. Radiogramy kontrolne wykonane po 12 tygodniach wykazały obluźnienie części śrub w odłamie dalszym (Ryc. 8). Ponowny zabieg polegał na

including a fracture of the left proximal humerus below the surgical neck. The fracture was stabilised with a T-plate. Despite contraindications, the patient used the operated extremity to hold an elbow crutch, which led to fracture non-union and destabilisation of the fixation. Re-stabilization was performed using a Philos plate. Follow-up radiographs made after 12 weeks revealed the loosening of some of the screws



Ryc. 8. Rtg AP bliższej części ramienia lewego. Brak zrostu przynasady bliższej po zespoleniu płytką Philos. Destabilizacja zespolenia złamania

Fig. 8. AP view of proximal left forearm. Non-union of proximal metaphysis after Philos plate fixation. Destabilization of fracture fixation

wymianie części wkrętów kostnych i dodatkowej stabilizacji płytki metalową pętlą. Miejsce uszkodzenia kości obłożono granulatem kostnym BoneSave. Nie uzyskano zrostu kostnego, a radiogramy kontrolne uwiarydociły złamanie płytki i przemieszczenie odłamów. Ostatni zabieg operacyjny polegał na usunięciu implantów oraz tkanki bliznowatej, mobilizacji odłamów kostnych z udrożnieniem jamy szpikowej i zespoleniu kości gwoździem śródszpikowym

in the distal bone fragment (Fig. 8). Another procedure was performed which consisted in the replacement of some bone screws and an additional stabilization of the plate with a metal loop. The site of bone injury was covered with BoneSave granules. Bone union was not obtained, and follow-up radiographs revealed plate fracture and displacement of bone fragments. During the last surgical procedure, the implants and scar tissue were removed, bone frag-



Ryc. 9. Rtg ramienia lewego. Odłamy zespolone gwoździem śródszpikowym z obłożeniem miejsca złamania masywnym przeszczepem kostnym korowo-gąbczastym

Fig. 9. Left arm radiograph. Fixation of bone fragments with intramedullary nail and a massive cortico-cancellous bone graft at fracture site

ryglowanym z kompresją. Stwierdzono znaczną destrukcję kości w miejscu pierwotnej szczeliny złamania. Miejsce to oraz jego okolice obłożono autogenym przeszczepem korowo-gąbczastym pobranym z talerza biodrowego. Po operacji unieruchomiono kończynę w pozycji Dessaulte'a stosując ortezę pierśiowo-ramienną, którą zastąpiono po usunięciu szwów opatrunkiem gipsowym. Radiogramy kontrolne wykazały postępujący zrost z prawidłową przebudową kostną (Ryc. 9). Ćwiczenia stawu ramiennego pacjent rozpoczął w 10 tygodniu po operacji. Zrost kostny uzyskano po 8 miesiącach. Wynik czynnościowy zaliczono do średnich ze względu na wyraźne ograniczenie ruchomości stawu ramiennego, ale bez zmniejszenia ruchomości stawu łokciowego.

## DYSKUSJA

Leczenie operacyjne złamań trzonu kości ramiennej sposobem otwartym obarczone jest dużym ryzykiem zaburzeń zrostu [4]. Skutecznym sposobem leczenia zachowawczego, w uzasadnionych przypadkach, jest zastosowanie gipsu wiszącego. Ponieważ w metodzie tej konieczna jest, szczególnie w początkowym okresie leczenia, częstsza niż standardowa ocena postępu zrostu kontrola radiologiczna, celem ewentualnej korekcji przemieszczenia odłamów, wymaga ona cierpliwości ze strony chorego i leczącego. Większość metod leczenia zachowawczego wymaga unieruchomienia sąsiadujących ze złamaniem stawów, co ogranicza na wiele tygodni sprawność ruchową chorego i może prowadzić do ich utrwalonego przykurczu.

Wartościową metodą pierwotnego leczenia operacyjnego złamań trzonu kości ramiennej jest gwoździowanie śródszpikowe zamknięte z podwójnym ryglowaniem gwoźdźcia [1,5,6,7]. Łączy ona korzyści płynące z możliwości stabilnej osteosyntezy, małej inwazyjności chirurgicznej i możliwości wczesnej rehabilitacji.

Na wysoki odsetek liczby pacjentów (23%) z uszkodzeniem nerwu promieniowego, najczęściej o charakterze neuropraksji, towarzyszącego złamaniu trzonu kości ramiennej zwraca uwagę Kiwerska-Jagodzińska i wsp. [8]. Również ryzyko jatrogennego uszkodzenia nerwu w zespoleniach płytkowych złamań środkowej i dalszej 1/3 trzonu, czy w gwoździowaniu śródszpikowym z ryglowaniem w części dalszej może niepokoić chorego. Zwykle spowodowane jest ono naciągnięciem lub uciskiem nerwu i wówczas, podobnie jak w uszkodzeniach pierwotnych o po-

ments were mobilized, the marrow cavity was cleared and bones were fixed with a locked intramedullary nail with compression. Significant bone destruction was observed at the site of the primary fracture crack. The site and the surrounding area were covered with an autogenic cortico-cancellous bone graft harvested from the ilium. Post-operatively, the limb was immobilized in Dessault's position with a thoracobrachial orthosis that was replaced by a plaster cast after the removal of sutures. Follow-up radiographs showed progressive bone union with good bone remodelling (Fig. 9). The patient started to exercise the humeral joint in the 10<sup>th</sup> week after the surgery. Bone union was obtained after 8 months. The functional outcome was rated average due to an evident limitation of the range of motion of the humeral joint; however, the range of motion of the ulnar joint was not reduced.

## DISCUSSION

Open surgical treatment of humeral shaft fractures is associated with a high risk of bone union complications [4]. In justified cases, an effective method of conservative treatment is to apply a hanging plaster case. Especially in the initial phase of treatment, this method requires a more frequent radiographic follow-up than in the case of standard evaluation of bone union progress, in order to make possible corrections of displaced bone fragments. Therefore, it requires patience on the part of both the patient and the doctor. Most conservative treatment methods require the immobilization of joints adjacent to the fracture, which limits patient's motor ability for several weeks and may lead to the development of permanent contractures of the joints.

A valuable method of primary surgical treatment of humeral shaft fractures is closed double-locked intramedullary nailing [1,5,6,7]. It not only provides a stable osteosynthesis and low invasiveness of surgical procedures but also makes early rehabilitation possible.

Kiwerska-Jagodzińska et al. [8] points out a high rate of patients (23%) with radial nerve damage, most often neurapraxia, accompanying a humeral shaft fracture. The patient may also be worried by the risk of an iatrogenic nerve injury in the case of plate fixation of middle and distal third shaft fractures or in locked intramedullary nailing of the distal shaft. The injury is usually caused by nerve strain or compression and then, as in primary injuries of similar nature, the symptoms subside within several days or weeks.

In our patients, bone union was achieved following secondary stabilisation of bone fragments by lock-

dobnym mechanizmie, objawy ustępują w ciągu kilku dni do kilku tygodni.

W przypadku omawianych chorych uzyskano wzrost kostny po wtórnej stabilizacji odłamów gwoździem śródspikowym ryglowanym. Zespoleńnię takie umożliwia poprawę przemieszczenia kąowego i rotacyjnego odłamów, zapewniając w sposób naturalny uzyskanie prawidłowej osi trzonu. U dwóch operowanych gwoździ śródspikowy wprowadzono sposobem retrograde, wykorzystując wcześniejsze doświadczenia operacyjne. W tym sposobie zespolenia pacjent leży na brzuchu, a operowana kończyna jest zgięta w stawie łokciowym i ułożona na przeziernej dla promieni rtg podpórce. W złamaniach niskich koniec gwoździa może sięgać poziomu lub nieco poniżej szyjki chirurgicznej kości ramiennej. Wprowadzenie gwoździa do głowy kości ramiennej utrudnia jego ryglowanie w tej okolicy wykonywane bez celownika, szczególnie u pacjentów otyłych lub o budowie atletycznej. Podobnie jak Ciesielczyk i wsp. jesteśmy zdania, że konieczne jest ryglowanie obu końców gwoździa [1]. Uważamy ponadto, że w przypadku korzystnego ukształtowania szczeliny złamania należy wykonać kompresję międzyodłamową. W przypadku wszystkich operowanych stwierdzono śródoperacyjnie większą lub mniejszą destrukcję końców odłamów kostnych. Jesteśmy zdania, podobnie jak Niedźwiedzki i wsp. oraz Lin i wsp., że stan taki będący następstwem urazu i często pierwotnego leczenia operacyjnego wymaga uzupełnienia ubytku przeszczepem kostnym. W sposób istotny polepsza to warunki wzrostu kostnego [9,10]. Wskazaniem jest usunięcie blizny łącznotkankowej łączącej odłamy i użycie najlepiej przeszczepu autogennego. Także w tych przypadkach można wykorzystać techniczne możliwości metody i warto zbliżyć odłamy stosując wersję kompresyjną zespolenia, dającą również stabilizację rotacyjną odłamów. U jednego z chorych wymiana prętów Rusha na zespolenie stabilne gwoździem śródspikowym z rozwieraniem kanału wykonane sposobem zamkniętym zakończyło się niepowodzeniem. Konieczna była kolejna operacja polegająca na resekcji stawu rzekomego z ponownym rozwieraniem kanału szpikowego, wymianie gwoździa i użyciu przeszczepu kostnego.

Wartościową metodą stymulacji wzrostu i przebudowy kostniny stosowaną w naszym ośrodku w leczeniu złamań i zaburzeń wzrostu jest wprowadzenie w tę okolicę autogennego szpiku kostnego. Ten małoinwazyjny zabieg, powtarzany zwykle dwu lub trzykrotnie w kilkutygodniowych odstępach, zastosowano w przypadku dwóch opisanych chorych.

Brinker i O'Connor oraz Flinkkila i wsp. zwracają uwagę na małą skuteczność gwoździowania śród-

ed intramedullary nailing. Such This kind of fixation enables the correction of angular and rotational displacement of bone fragments, providing a natural method to restore a normal shaft axis. Retrograde intramedullary nailing was performed in two patients via the primary surgical approach. In this procedure, the patient is in the prone position and the operated extremity is bent at the ulnar joint and placed on an x-ray transparent rest. In low fractures, the nail end may reach the level of surgical neck or slightly below. Inserting the nail into the humeral head makes it difficult to lock it in the distal humerus without using an aimer, especially in obese or athletic patients. We share the view of Ciesielczyk et al. that it is necessary to lock both nail ends [1]. Furthermore, we believe that if the fracture crack has an appropriate shape, interfragmental compression should be used. Some destruction of bone fragment ends was observed during the surgery in all four patients. We share the view of Niedźwiedzki et al. and Lin et al. that this condition, resulting from an injury and often from primary surgical treatment, requires bone defects to be filled with bone grafts. This significantly improves bone union conditions [9,10]. It is advisable to remove the cartilaginous scar that bonds bone fragments and to insert a (preferably autogenic) bone graft. Also in this case it is possible to take advantage of the technical possibilities of the treatment method and bring bone fragments closer by compression which also ensures a rotational stabilisation of bone fragments. In one patient, the replacement of Rush pins with a stable intramedullary nail with closed reaming of the canal ended in failure. It was necessary to perform another procedure consisting in nail replacement and resection of the non-union with re-reaming of the bone marrow canal and bone grafting.

Injecting autogenic bone marrow in the fracture area is a valuable method of stimulation of bone union and callus remodelling applied in our centre in the treatment of fractures and bone union complications. This low-invasive procedure, usually repeated two or three times at intervals of a few weeks, was performed in two of our patients.

Brinker and O'Connor as well as Flinkkil et al. indicate a poor success rate of locked intramedullary nailing in the treatment of complications of humeral bone union applied after primary intramedullary osteosynthesis [11,12], whereas Rodriguez-Merchan and Gomez-Castresana emphasize the value of this method in repeat surgery of long bone fractures due to a low risk of infectious complications [13]. Łuczaj et al. achieved good results in the treatment of humeral shaft non-union using the Ilizarov method,



szpikowego z ryglowaniem w leczeniu zaburzeń zrostu kości ramiennej zastosowanego po pierwotnej osteosyntezie śródszpikowej [11,12]. Z kolei Rodriguez-Merchan i Gomez-Castresana podkreślają wartość tej metody w reoperacjach złamań kości długich, gdyż jest ona obciążona małym ryzykiem powikłań infekcyjnych [13]. Łuczaj i wsp. uzyskali dobre wyniki w leczeniu stawów rzekomych trzonu kości ramiennej przy użyciu metody Ilizarowa, chociaż podkreślają, że zła tolerancja aparatu oraz niechęć leczonych do tego typu stabilizacji kości ogranicza liczbę leczonych [3].

Jesteśmy zdania, że unieruchomienie odłamów gwoździem śródszpikowym ryglowanym w części bliższej i dalszej sprzyja ciszy mechanicznej i stwarza warunki do odbudowy unaczynienia – warunków koniecznych do uzyskania zrostu kostnego. U dwóch naszych pacjentów pierwotne zespolenie śródszpikowe złamania przętami Rusha nie spełniało kryteriów osteosyntezy stabilnej, dlatego brak zrostu nie stanowił zaskoczenia. W trzech przypadkach stabilizacja gwoździem śródszpikowym ryglowanym pozwoliła na leczenie bez konieczności unieruchomienia kończyny. U jednego chorego, czterokrotnie leczonego operacyjnie, u którego duży ubytek kostny wymagał uzupełnienia masywnym przeszczepem z kości koro-wo-gąbczastej pobranej z talerza biodrowego operowaną kończynę unieruchomiliśmy przez 10 tygodni w pozycji Dessaulte'a. Wynik czynnościowy leczenia u tego chorego uznaliśmy za średni z powodu ograniczenia ruchomości stawu ramiennej. Potwierdza to fakt, że powtarzane ingerencje chirurgiczne w pobliżu stawu mogą istotnie i trwale ograniczać jego ruchomość, a każdy kolejny zabieg narusza miejscowe ukrwienie tkanek i jest trudniejszy technicznie.

## WNIOSKI

1. Gwoździowanie śródszpikowe z ryglowaniem okazało się w naszym materiale wartościową metodą leczenia powikłań zrostu złamań trzonu kości ramiennej.
2. Zastosowanie, najlepiej autogennego, przeszczepu kostnego w sposób istotny zwiększa skuteczność tej metody leczenia.
3. Podwójne ryglowanie gwoźdźmi z wykorzystaniem, w uzasadnionych przypadkach, kompresji międzyodłamowej spełnia kryteria osteosyntezy stabilnej i umożliwia efektywną rehabilitację.

although they point out that poor tolerability of the apparatus and patients' aversion to this type of bone fixation limits the number of treated patients [3].

In our opinion, the immobilization of bone fragments with an intramedullary nail locked proximally and distally helps the patient to avoid movements and muscle tension and provides appropriate conditions for the restoration of vasculature, all of which is necessary for bone union. In two of our patients, primary intramedullary fixation of the fracture with Rush pins did not fulfil the criteria of a stable osteosynthesis, and so non-union was not a surprise. In three patients, locked intramedullary nailing allowed treatment without the need to immobilise the limb. One of the patients was operated on four times. In his case, a large bone defect required a massive cortico-cancellous bone graft harvested from the ilium. The operated limb was immobilized for 10 weeks in the Dessault position. The functional outcome of the treatment in this patient was rated average due to the limited range of motion in the humeral joint. This confirms that repeated surgery around a joint can significantly and permanently limit its mobility, with consecutive procedures disturbing the local blood supply and being more difficult technically.

## CONCLUSIONS

1. In our sample, locked intramedullary nailing turned out to be a valuable treatment method of bone union complications in humeral shaft fractures.
2. The application of (preferably autogenic) bone grafting significantly increases the effectiveness of this treatment method.
3. In our opinion, double locked nailing with interfragmental compression (in justified cases) fulfils the criteria of a stable osteosynthesis and enables effective rehabilitation.

## PISMIENNICTWO / REFERENCES

1. Ciesielczyk B, Nowik M. Wady i zalety zespolenia śródszpikowego w leczeniu złamań trzonu kości ramiennej. *Nowiny Lekarskie* 2007; 76; 6: 451-454.
2. Makowski M, Kowalski D, Kamiński R, Walczyński C, Leszczyński B, Suwara A, Rylski W, Pomianowski S. Zastosowanie gwoździ śródszpikowych w leczeniu złamań i stawów rzekomych kości ramiennej. *Borgis – Postępy Nauk Medycznych*. 2/2010; 137-140.
3. Łuczaj W, Palczewski D, Dawidowski D. Doświadczenia własne w leczeniu stawów rzekomych kości ramiennej w aparacie Ilizarowa. *Nowiny Lekarskie* 2006; 75; 2: 134-135.
4. Góralczyk B, Jagodzińska K, Mikuła W. Leczenie stawów rzekomych aseptycznych po złamaniu trzonu kości ramiennej. *Nowiny Lekarskie* 2001; 70: 385-390.
5. Ciesielczyk B, Nowik M. Podwójnie ryglowane zespolenie śródszpikowe w leczeniu powikłań zrostu złamań trzonu kości ramiennej. *Ortopedia i traumatologia u progu nowego millenium. Akademia Medyczna im. Rydygiera, Bydgoszcz* 2002; 200-201.
6. Cheng HR, Lin J. Prospective randomized comparative study of antegrade and retrograde locked nailing for middle humeral shaft fracture. *J Trauma*. 2008; Jul; Vol. 65 (1). 94-102.
7. Rommens P.M, Kuechle R, Bord T, Lewens T, Engelmann R, Blum J. Humeral nailing revisited. *Injury*. 2009; Dec. Vol.39 (12). 1319-1328.
8. Kiwerska-Jagodzińska K, Mikuła W, Góralczyk B. Złamania trzonu kości ramiennej z uszkodzeniem nerwu promieniowego. *Nowiny Lekarskie* 2001; 70; 4: 446-453.
9. Niedźwiedzki T, Szuścik M. Osteosynteza śródszpikowa w leczeniu stawów rzekomych kości długich. *Nowiny Lekarskie* 2001; 4: 280 -286.
10. Lin. J. Chang H, Hou SM. Open exchange locked intramedullary nailing in humeral nonunions after intramedullary nailing. *Clin Orthop Relat Res*.2003; 411: 260-268.
11. Brinker M.R, O'Connor D.P. Exchange nailing of ununited fractures. *J Bone Joint Surg* January 2007; Vol. 89-A: Nr 1. 177-188.
12. Flinkkila T, Ristiniemi J, Hamalainen M. Nonunion after intramedullary nailing of humeral shaft fractures. *J Trauma* 2001; Vol: 50. 540-544.
13. Rodriguez-Merchan E.C, Gomez-Castresana F. Internal Fixation of nonunions. *Clin Orthop*. 2004; Vol. 419: 13-20.

---

**Liczba słów/Word count:** 4584

**Tabele/Tables:** 0

**Ryciny/Figures:** 9

**Piśmiennictwo/References:** 13

*Adres do korespondencji / Address for correspondence*

*Dr Krzysztof Wójcik*

*41-200 Sosnowiec, ul. Kilińskiego 36/37*

*tel. (32) 266 68 25, e-mail: pjojka@poczta.onet.pl*

*Otrzymano / Received*

*02.12.2011 r.*

*Zaakceptowano / Accepted*

*06.06.2012 r.*