**Zaangażowanie Autorów**

- A – Przygotowanie projektu badawczego
 B – Zbieranie danych
 C – Analiza statystyczna
 D – Interpretacja danych
 E – Przygotowanie manuskryptu
 F – Opracowanie piśmiennictwa
 G – Pozyskanie funduszy

Author's Contribution

- A – Study Design
 B – Data Collection
 C – Statistical Analysis
 D – Data Interpretation
 E – Manuscript Preparation
 F – Literature Search
 G – Funds Collection

Piotr Koprowski^(B,D,E,F), Mariusz Golec^(B),
Wojciech Dybek^(B), Roman Sobolewski^(B),
Mirosław Kulej^(B,D,E), Patryk Romaszkiewicz^(B,D,F),
Szymon Dragan^(D,E)

Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu, Akademii Medycznej im. Piastów Śląskich, Wrocław
 Department of Orthopaedics and Musculoskeletal Traumatology, Medical University in Wrocław

Ocena przyczyn występowania braku zrostu kości piszczelowej w materiale własnym

*Evaluation of nonunions of the tibia diaphysis
 – own experience*

Slowa kluczowe: postaci zaburzeń zrostu, stawy rzekome, leczenie operacyjne

Key words: types of delayed union of bone, pseudarthrosis, operative treatment

STRESZCZENIE

Wstęp. Powikłanie zrostu kości nie jest obligatoryjnym następstwem złamania. Podejmując leczenie powikłań zrostu kości należy ustalić jego przyczyny. Dobór metody leczenia uzależniony jest od postaci zaburzenia zrostu. Celem pracy jest ocena przyczyn występowania zaburzenia zrostu kośnego w leczeniu trzonu kości piszczelowej.

Materiał i metoda. W Klinice Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu A. M. we Wrocławiu, w latach 1995-2005, leczono operacyjnie 72 chorych z powodu zaburzenia zrostu trzonu kości piszczelowej po poprzednim leczeniu złamania kości piszczelowej. W zależności od postaci zaburzenia zrostu stosowano metodę dystryakcyjno-kompresyjną wg Ilizarowa, osseoplastykę autogenną ze stabilizacją śródszpiczkową, przykostną lub zewnętrzna w zależności od morfologii powikłania. W celu wyboru metody postępowania leczniczego analizowano obraz zaburzenia zrostu kostnego w aspekcie morfologii pierwotnego złamania, współistnienia innych następstw urazu, wyboru metody stabilizacji i sposobu jej realizacji, sposobu prowadzenia chorego w okresie leczenia, ogólnego stanu zdrowia i współpracy chorego w procesie leczenia. Wyróżniono czynniki zewnętrzne zależne od lekarza leczącego i wewnętrzne, niezależne od lekarza leczącego złamanie. Oceny wyniku leczenia dokonano w oparciu o badanie ortopedyczne i badanie rentgenowskie.

Wyniki. W przeważającej liczbie przypadków zaburzenie zrostu trzonu kości piszczelowej w naszym materiale było zależne od czynnika zewnętrznego.

Wnioski. Powikłania braku zrostu można uniknąć poprzez wczesne, równoczesne, pierwotne zaopatrzenie wszystkich następstw urazu oraz odpowiednie prowadzenie leczenia zgodnie ze współczesnym stanem wiedzy.

SUMMARY

Background. Delayed union is not an expected outcome of treatment of a bone fracture. The cause of the delayed union must be established before treatment of the complication can be undertaken. The method of treatment depends mainly on the specific nature of delayed bone union. The study evaluates the causes of delayed bone union during treatment of tibial shaft fractures.

Material and methods. Seventy-two patients with delayed union following a fracture of the tibial diaphysis were treated in the Department of Orthopaedics and Musculoskeletal Traumatology of Wrocław Medical University between 1995 and 2005. All patients had received previous treatment of the fractures. Depending on the morphology of the delayed union, the treatment was with Ilizarov's compression-distraction method or autologous osteoplasty with intramedullary, internal or external fixation. The choice of a method was based on an analysis of the features of the non-union while fracture morphology, presence of other concomitant sequelae of the original injury, fixation method and possible surgical errors, post-operative patient management, co-morbidity and patient compliance were evaluated as risk factors of delayed bone union. The risk factors were subdivided into treatment-dependent (external) and treatment-independent (internal). Treatment outcomes were evaluated on the basis of an orthopaedic examination and radiographic evidence.

Results. In the vast majority of patients, delayed union of the tibial diaphysis was due to external factors.

Conclusions. Delayed union of the tibia can be avoided through early and simultaneous treatment of all sequelae of the original trauma. Patient management must be based on state-of-the-art medical knowledge.

Liczba słów/Word count: 3724

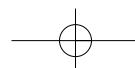
Tabele/Tables: 0

Ryciny/Figures: 6

Piśmiennictwo/References: 17

Adres do korespondencji / Address for correspondence
 Dr n. med. Piotr Koprowski
 51-657 Wrocław, ul. Kazimierska 5 m 7
 tel./fax: (0-71) 348-00-26, e-mail: romkop@poczta.fm

Otrzymano / Received 17.02.2007 r.
 Zaakceptowano / Accepted 19.05.2007 r.



WSTĘP

Złamanie kości jest spowodowane czynnikiem przekraczającym nie tylko jej mechaniczną wydolność, ale także oddziałyującym destrukcyjnie na struktury tworzące kość oraz otaczające tkanki. Podjęta metoda leczenia złamania powinna uwzględniać wszystkie następstwa urazu w celu stworzenia optymalnych warunków do osteogenezy.

Procesy reparacyjne tkanki kostnej są zjawiskiem fizjologicznym [1,2,3,4,5,6,7,8,9], stąd powikłanie zrostu kości nie jest obligatoryjnym następstwem złamania.

Powikłanie zrostu kostnego jest zjawiskiem pojawiającym się w czasie odległym od pierwotnego urazu oraz w przebiegu określonego postępowania leczniczego, stąd prawdopodobnym jest, że powikłanie może być pochodną prowadzonego leczenia.

Staw rzekomy, a także brak zrostu bez obrazu stawu rzekomego, wymagają leczenia operacyjnego w celu uzyskania zrostu kostnego, stąd ustalenie prawdopodobnej przyczyny braku zrostu jest niezbędne w celu uniknięcia błędnego koła kolejnego niepowodzenia w jego leczeniu poprzez wybór metody, eliminującej czynniki, które doprowadziły do powstania braku zrostu [10,11,12,13,14,15,16].

Celem pracy jest ocena przyczyny występowania zaburzeń zrostu kostnego w leczeniu złamania trzonu kości piszczelowej w materiale własnym.

MATERIAŁ I METODY

Material

W Katedrze i Klinice Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu Akademii Medycznej we Wrocławiu w latach 1995-2005 z powodu następstw urazu w obrębie goleni leczono 554 chorych.

W tej grupie 72 chorych (13%) leczonych było z powodu powikłania zrostu w postaci stawu rzekomego kości piszczelowej.

W grupie badanej leczono 23 kobiety (32%) i 49 mężczyzn (68%) w przedziale wieku od 15 do 87 lat, (wiek śred-

BACKGROUND

Bone fractures are caused by factors that not only exceed the mechanical strength of the bone, but also exert a destructive effect on bone-forming structures and the surrounding tissues. The management of fractures should address all sequelae of the injury in order to create optimal conditions for osteogenesis.

Bone tissue healing is a physiological phenomenon [1, 2,3,4,5,6,7,8,9]. Accordingly, delayed union is not an expected outcome of treatment of a bone fracture.

Since complications of bone union do not immediately follow the original injury and they occur in the course of a specific treatment, they are likely to be a result of the treatment.

Since non-unions as well as lack of bone healing without evidence of a pseudarthrosis require surgical treatment to achieve bone healing, the possible cause of non-union must always be established in order to avoid a vicious circle leading to another treatment failure. Therapeutic success can be achieved by the choice of a method that eliminates the factors which have caused the non-union [10,11,12,13,14,15,16].

The study evaluates the causes of delayed bone union during treatment of tibial shaft fractures based on the experience of the authors.

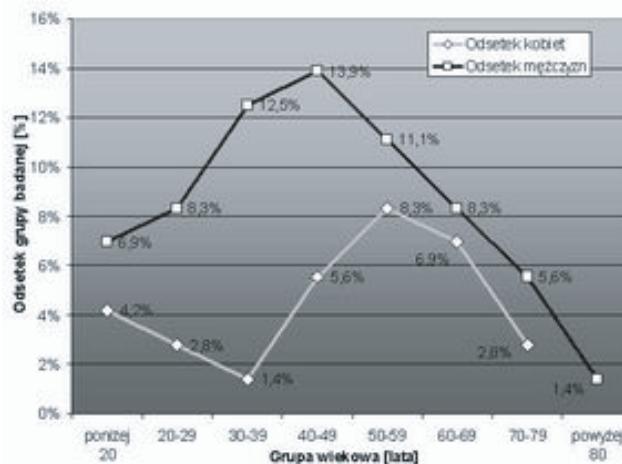
MATERIAL AND METHODS

Material

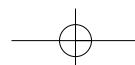
A total of 554 patients presenting with sequelae of tibial injuries were treated in the Department of Orthopaedics and Musculoskeletal Traumatology of Wrocław Medical University between 1995 and 2005.

Seventy-two of them (13%) presented with non-union following a fracture of the tibial diaphysis.

The study group included 23 women (32%) and 49 men (68%) aged 15-87 (the average age was 42.2 ± 23.4 years). Figure 1 presents patient numbers by age group.



Ryc. 1. Częstość występowania chorych w poszczególnych grupach wiekowych
Fig. 1. Patient numbers by age group



Koprowski P. et al., Delayed union of tibial diaphysis - own experience.

ni $42,2 \pm 23,4$ lat). Na Rycinie 1 przedstawiono częstość występowania chorych w grupach wiekowych.

Poziom złamania, a następnie stawu rzekomego występował:

- 1/3 bliższa trzonu i przynasada bliższa – 12 chorych (17 %);
- 1/3 środkowa trzonu – 35 chorych (49%);
- 1/3 dalsza trzonu i przynasada dalsza – 7 chorych (10%).

Wielomiejscowa lokalizacja złamania w obrębie kości piszczelowej występowała u 18 chorych (25 %).

Metoda oceny

Przyjęto założenie, że przyczyny braku zrostu w postaci stawu rzekomego mogą występować jako niezależne od leczącego oraz jako zależne od przeprowadzonego leczenia.

Przyjęto, że wśród przyczyn niezależnych od leczącego należy wyróżnić:

- ogólny stan zdrowia chorego, w tym jego wiek;
- pierwotne rozległe zniszczenie tkanek miękkich z pierwotnym lub wtórnym ubytkiem tkanki kostnej;
- współistniejące mnogie obrażenia ciała z zagrożeniem życia;
- pierwotna wydolność naczyniowa koźnicy w chwili urazu;
- stan psychiczny chorego warunkujący współpracę podczas leczenia;
- warunki socjalne i nawyki higieniczne chorego;
- nawyki żywieniowe i uzależnienia.

Spośród czynników mogących mieć wpływ na niepowodzenie w leczeniu, a będących zależnymi od przeprowadzonego dotychczas leczenia złamania, wyróżniono:

- niepełne zaopatrzenie wszystkich następstw urazu;
- niezadowalające nastawienie złamania;
- wydłużenie okresu unieruchomienia w opatrunku gipsowym;
- nieoperacyjne leczenie niestabilnych typów złamania;
- niewłaściwy dobór metody osteosyntezy, w tym także błędy w jej realizacji (niedostateczna stabilizacja lub przesztywnienie);
- zła konstrukcja stabilizatora zewnętrznego, a także przekroczenie wskaźników w jego stosowaniu.

Próbę ustalenia przyczyny występowania zaburzeń zrostu kostnego w leczeniu złamania trzonu kości piszczelowej podjęto w oparciu o obraz radiologiczny przebiegu leczenia oraz badanie ortopedyczne podmiotowe i przedmiotowe przy uwzględnieniu przyjętych czynników mogących mieć wpływ na wynik leczenia.

Za podstawowe kryteria kwalifikacji do grupy zależności (zależne od leczącego, niezależne od leczącego) przyjęto:

- morfologię złamania;
- właściwy dobór i realizację zespolenia;
- współpracę chorego w procesie leczenia.

Oceny grupy badanej dokonano stosując następujące metody oceny statystycznej: odsetek (%), średnią arytmetyczną, medianę, przedział ufności, rozkład wariancji, odchylenie standardowe. Grupę badaną porównywano z populacją wszystkich chorych leczonych w ośrodku stosując: test zgodności chi-kwadrat, test t-Studenta, test Fisher'a, test Satterthwaite'a oraz prawdopodobieństwo wzajemne [17].

The level of fracture and subsequent non-union was:

- proximal third of diaphysis and proximal metaphysis – 12 patients (17%)
- central third of diaphysis – 35 patients (49%)
- distal third of diaphysis and distal metaphysis – 7 patients (10%)

Fractures at two or more levels within the tibia were diagnosed in 18 patients (25%).

Assessment method

It was assumed that causes of non-union can be treatment-independent or treatment-dependent. Treatment-independent factors were assumed to include:

- the patient's general health (co-morbidities) and age;
- extensive primary injury to soft tissues with a primary or secondary bone defect;
- concomitant multiple life-threatening injuries to the body;
- primary vascular competence of the extremity upon the injury;
- the patient's mental state determining his or her compliance;
- the patient's living conditions and sanitary habits;
- the patient's dietary habits and addictions.

Treatment-dependent factors with a potential to affect the success of treatment include:

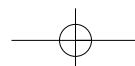
- insufficient treatment of all sequelae of the injury;
- unsatisfactory fracture reduction;
- prolonged immobilization in a cast;
- non-surgical treatment of unstable fractures;
- inadequate osteosynthesis technique, including surgical errors (insufficient fixation or przesztywnienie??);
- inadequate design of the external fixator and use of fixator beyond its range of indications.

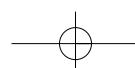
The causes of delayed union following tibial diaphysis fractures were established on the basis of radiographic evidence documenting the course of treatment as well as orthopaedic history and physical examination, taking into consideration the above factors with a potential to affect the treatment outcome.

The causes were classified as treatment-dependent or treatment-independent on the basis of the following basic criteria:

- fracture morphology;
- appropriate choice and implementation of osteosynthesis technique;
- patient compliance during the treatment.

The assessment of the study group was carried out using the following statistical tools: percentage (%), arithmetic mean, median, confidence interval, variance distribution and standard deviation. The study group was compared with the population of all patients treated at the centre using the chi-square test for congruency, the Student's t-test, Fisher's exact test, the Satterthwaite test and relative probability [17].





WYNIKI

Powikłanie zrostu niezależne od leczącego

Grupę chorych, u których powstanie stawu rzekomego kości piszczelowej było prawdopodobnie niezależne od podjętego leczenia, stanowiło 12 chorych.

U 7 z tej grupy chorych prawdopodobną przyczyną powstania stawu rzekomego, przy prawidłowym pierwotnym zaopatrzeniu złamania, był brak współpracy w procesie leczenia wynikający z ich uzależnienia.

U 2 chorych tej grupy prawdopodobną przyczyną powstania stawu rzekomego kości piszczelowej przy prawidłowym pierwotnym zaopatrzeniu złamania był brak ich samodzielnosci umysłowej.

U 3 chorych tej grupy przyczyną powstania stawu rzekomego kości piszczelowej była pierwotna rozległość jej uszkodzenia. (Ryc. 2a).

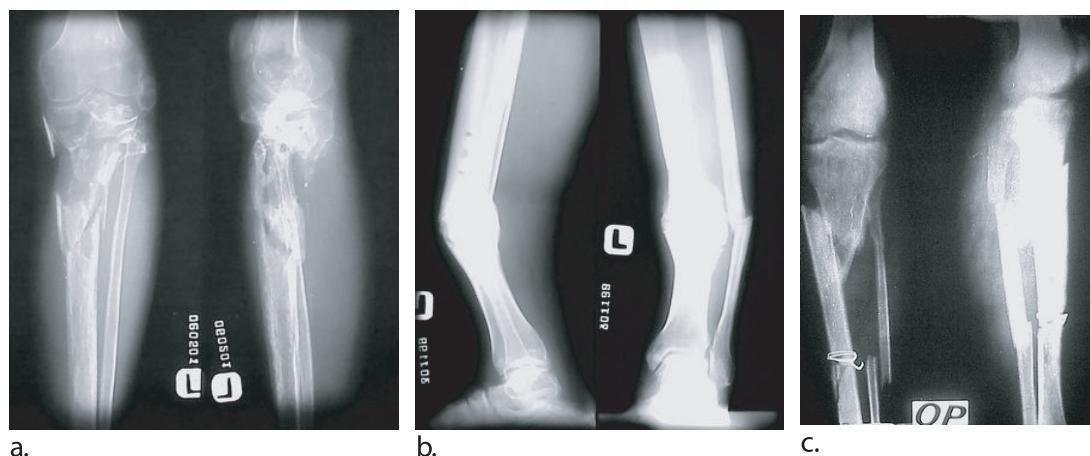
Powikłanie zrostu zależne od leczącego

W grupie pozostałych 59 chorych prawdopodobna przyczyna powstania stawu rzekomego była pochodną podjętego postępowania leczniczego.

Zastosowanie leczenia nieoperacyjnego było przyczyną wystąpienia stawu rzekomego u 4 chorych. (Ryc. 2b)

Niezadowalające zaopatrzenie pierwotne złamania był przyczyną wystąpienia stawu rzekomego u 50 chorych. (Ryc. 2c, Ryc. 3a-i, Ryc. 4a-c).

Brak pierwotnie pełnego zaopatrzenia wszystkich następstw urazu był prawdopodobnie przyczyną powikłania zrostu kostnego u 3 chorych w następstwie wtórnego ubytku kostnego w następstwie ciasnoty przedziałów powięziowych (Ryc. 5a-d) i u 2 chorych w następstwie wtórnego ubytku kostnego w przebiegu pourazowego zapalenia tkanki kostnej. Byli to chorzy z pierwotnie z mnogą lokalizacją następstw urazu. (Ryc. 6a-d).



Ryc. 2a. Chory 41 lat. Staw rzekomy atroficzny z dużym upośledzeniem unaczynienia o niskim potencjale możliwości regeneracyjnych, po złamaniu zmiażdżeniowym bliższej części piszczeli. b. Chory 64 lata. Staw rzekomy hypertroficzny z zachowaniem unaczynienia, o dobrym potencjale do regeneracji, po leczeniu złamania trzonu goleni. c. Chory 38 lat. Niezadowalające pierwotne zaopatrzenie, otwartego niestabilnego złamania goleni. Stan po 6 miesiącach unieruchomienia opatrunkiem gipsowym.
Fig. 2a. A 41-year-old male patient: atrophic non-union with markedly compromised vascularisation, low regeneration potential, after a crush fracture of the proximal tibia. b. A 64-year-old male patient: hypertrophic non-union with preserved vascularisation, high regeneration potential, after treatment of a tibial diaphysis fracture. c. A 38-year-old male patient: unsatisfactory primary treatment of an open unstable tibial fracture. 6-month previous immobilization in a cast

RESULTS

Treatment-independent delayed union.

The group of patients in whom the non-union was assumed to be treatment-independent consisted of 12 patients.

In seven patients, the non-union was probably the result of the patient's failure to cooperate caused by an addiction, while the primary treatment of the fracture was appropriate.

In two patients, the non-union was probably due to the patient not being mentally independent, while the primary treatment of the fracture was appropriate.

In three patients from the group, tibial non-union was due to the extensiveness of the primary injury (Fig. 2a).

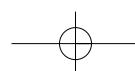
Treatment-independent delayed union

In the remaining 59 patients, the non-union was probably related to the treatment.

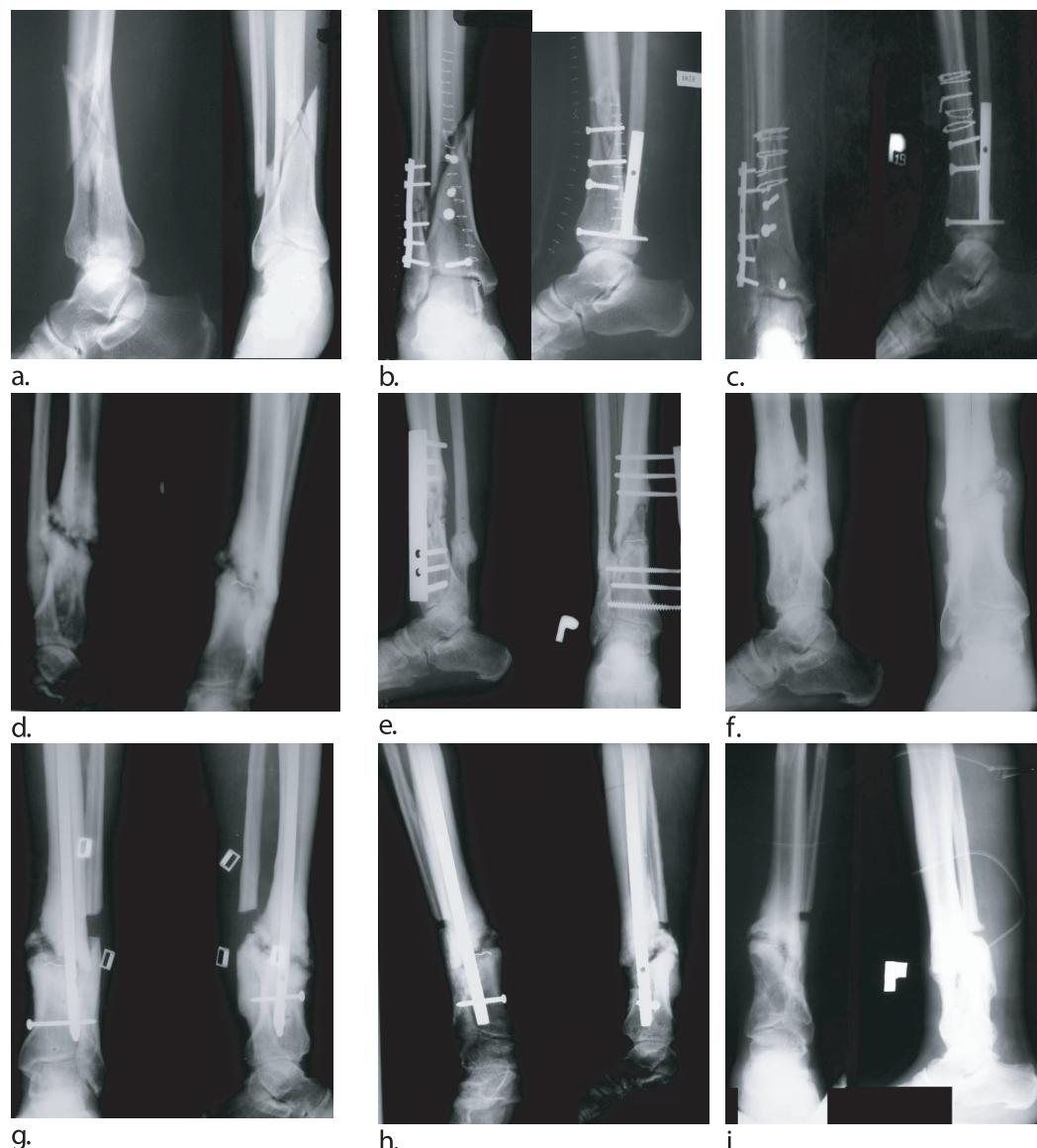
Non-surgical treatment was the cause of non-union in four patients (Fig. 2b).

Unsatisfactory primary treatment of the fracture caused non-union in 50 patients (Fig. 2c, Fig. 3a-i, Fig. 4a-c).

Insufficient primary treatment of all sequelae of the injury was probably the cause of delayed union in three patients as a result of secondary bone defects due to a compartment syndrome (Fig. 5a-d) and in two patients as a result of a secondary bone defect in the course of post-injury osteitis. These patients had multiple sequelae of the primary injury (Fig. 6a-d).



Koprowski P. et al., Delayed union of tibial diaphysis - own experience.



Ryc. 3. Chory 33 lata. Złożone złamanie części dalszych kości podudzia, wielokrotnie leczone operacyjnie z obrazem braku zrostu. a. morfologia złamania. b. Pierwotne niepełne zaopatrzenie następstw urazu. c. Próba restabilizacji i dodatkowe unieruchomienie w opatrunku gipsowym. d. Obraz stawu rzekomego w 6 miesięcy po urazie. e. Restabilizacja stawu rzekomego aparatem ZesPol – przebudowa miejsca złamania. f. Obraz rozwiniętego stawu rzekomego po stabilizacji ZesPol po ponad 12 miesiącach od urazu. g. Stabilizacja gwoździem śródszpicowym ryglowanym z koślawą deformacją osi. h. Ponowne złamanie drugiego gwoździa ryglowanego. i. Obraz stawu rzekomego po usunięciu stabilizacji śródszpicowej.

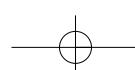
Fig. 3. A 33-year-old male patient with a compound fracture of the distal parts of crural bones following repeated surgery, with evidence of non-union. a. Fracture morphology. b. Primary insufficient treatment of injury sequelae. c. Refixation and additional immobilization in a cast. d. Non-union 6 months after the injury. e. Refixation of the nonunion with ZesPol fixator – remodelling of fracture site. f. Evidence of an established non-union following ZesPol fixation more than 12 months after the injury. g. Fixation with a bolted intramedullary nail with a valgus deformity of the axis. h. Repeat fracture of the second bolted nail. i. Non-union after removal of intramedullary fixation

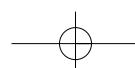
DYSKUSJA

W analizowanym materiale, przy uwzględnieniu morfologii złamania, czynnikami zwiększonego ryzyka wystąpienia stawu rzekomego były:

DISCUSSION

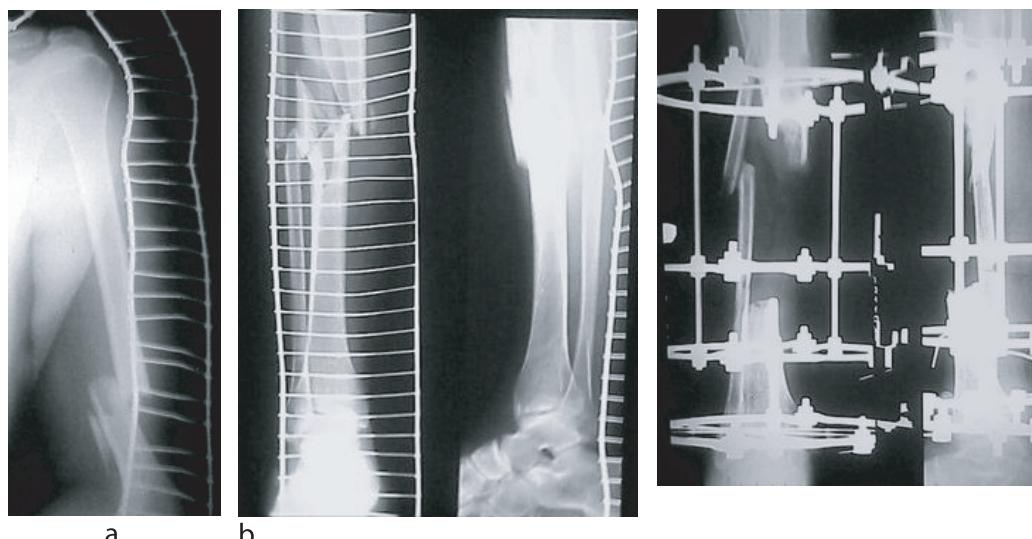
Analysis of the data on non-union in the study group, taking into account fracture morphology, revealed that increased risk of non-union was associated with:





Ryc. 4. Chora 28 lat. Złamanie trzonu kości ramiennej i piszczelowej. Leczone niezgodnie z zasadami. a. Destabilizacja płyty AO na podudziu. b. Destabilizacja płyty AO na ramieniu. c. Usunięcie zespoolenia i unieruchomienie w opatrunku gipsowym

Fig. 4. A 28-year-old female patient: inadequately treated fractures of the humeral and tibial shafts. a. Destabilization of the crural AO plate. b. Destabilization of the humeral AO plate. c. Removal of the plating and immobilization in a cast



Ryc. 5. Chory 43 lata. Wtórny urazowy ubytek kości. Mnogie obrażenia ciała: złamanie kości pokrywy czaszki, krwiak podtwardówkowy, stłuczenie płuca. a. Złamanie trzonu kości ramiennej. b. Złamanie trzonów kości podudzia. c. Stabilizacja zewnętrzna wg Illizarowa. Powikłanie: zespół ciasnoty przedziałów powięziowych

Fig. 5. A 43-year-old male patient with a secondary traumatic bone defect. Multiple injuries to the body: skull fracture, subdural haematoma and contusion of a lung. a. Fracture of the humeral shaft. b. Fractures of crural bone shafts. c. Ilizarov's external fixation. Complication: compartment syndrome

- złamanie w 1/3 środkowej trzonu kości piszczelowej, wzrost o 15 %,
- wielomiejscowa lokalizacja złamania kości piszczelowej, wzrost o 115 %,
- wielonarządowe następstwa urazu, wzrost o 200%.

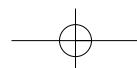
Wiek i płeć nie miały wpływu na powikłanie zrostu kostnego. Wiek średni w grupie wszystkich chorych ze złamaniem podudzia wynosił $46,1 \pm 16,2$ lat, a w grupie z powikłaniami zrostu podudzia $43,6 \pm 17,9$ lat, NS, $p=0,6569$. Odsetek kobiet wynosił w obu grupach odpowiednio 35% i 32%.

W przypadku chorych uzależnionych, z utratą kontroli nad własnym życiem, każda forma leczenia złamania obracznego jest ryzykiem wystąpienia powikłań brakiem zrostu.

- fracture of the central third of the tibia – increase by 15%,
- multiple tibial fractures – increase by 115%,
- multiorgan sequelae of the injury – increase by 200%.

Age and sex had no effect on the incidence of delayed union. The average age of all patients with crural fractures was 46.1 ± 16.2 , while the average age of patients with delayed union was 43.6 ± 17.9 years, NS, $p=0.6569$. The proportions of women in the two groups were 35% and 32% respectively.

In addicted patients, who are not in control of their lives, fracture treatment is associated with a risk of non-union regardless of the method. The dietary habits of



Koprowski P. et al., Delayed union of tibial diaphysis - own experience.



Ryc. 6. Chory 26 lata. Wtórny pozapalny ubytek kości. a. Zespolenie złamania kości obu podudzi wg. AO (rtg podudzia prawego). b. Wtórny pozapalny ubytek kości piszczelowej lewej. c. Stan po wygojeniu ubytku kości piszczelowej lewej Wykonano transport segmentu wg Ilizarowa. d. Złamanie kości piszczelowej prawej po usunięciu zespolenia

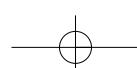
Fig. 6. A 26-year-old male patient with a secondary post-inflammatory bone defect. a. AO plating for bilateral crural bone fractures (X-ray of the right shank). b. Secondary post-inflammatory defect in the left tibia. c. Healed defect in the left tibia. Ilizarov's segment transport had been performed. d. Fracture of the right tibia after removal of the plating

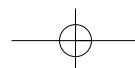
Twarzyszące uzależnieniu nawyki żywieniowe, niezależnie od przedwczesnego zużycie biologicznego organizmu, brak nawyków higienicznych, złe warunki socjalne tej grupy chorych, stanowią szczególnie wysokie ryzyko powikłań w stosowaniu metod stabilizacji zewnętrznej, podobnie jak w przypadku chorych o braku samodzielności umysłowej, u których istnieją przeciwwskazania dla tej metody.

Zastosowania metody stabilizacji odłamów kostnych, niezgodnej z morfologią złamania, a także techniczne błędy w metodzie osteosyntezy, jest najczęstszą przyczyną braku zrostu kostnego, ocenianą jako zależną leczącego. Dotyczy to szczególnie postaci złamań występujących w 1/3 bliższej i środkowej trzonu kości piszczelowej. Jest to grupa złamań występująca najczęściej w następstwie urazu bezpośredniego, z obrażem wielodłamowego złamania, z rozległym uszkodzeniem okolicznych tkanek miękkich oraz gotowością wystąpienia zespołu ciasnoty przedziałów powięziowych. Z powyższych powodów, a także ze

patients with addiction, premature biological wear and tear of the body, lack of sanitary habits, and poor living conditions are associated with an especially high risk of complications following external fixation. External fixation is similarly contraindicated for patients who are not mentally independent.

The use of a fixation method that is inconsistent with the morphology of the fracture and technical errors during the osteosynthesis procedure are the most common treatment-dependent causes of non-union, especially in the case of fractures in the proximal and distal thirds of the tibial shaft. This group of fractures typically occurs as a result of direct injury and is characterised by comminution and extensive damage to the surrounding soft tissues that can readily give rise to a compartment syndrome. Due to the above factors and a unique pattern of vascularisation of this region of the tibia, this type of fractures requires careful planning of surgical treatment and the choice of a fixa-





specyficznych warunków unaczynienia kości piszczelowej tej okolicy, złamania te wymagają starannego zaplanowania leczenia operacyjnego, z wyborem stabilizacji odpowiadającej stwierdzanej morfologii złamania kości piszczelowej, bez pogłębienia uszkodzenia tkanek miękkich interwencją operacyjną. Zastosowanie w leczeniu tego typu zamkniętej postaci złamania, repozycji zamkniętej i stabilizacji zewnętrznej lub śródspikowej, nie zmniejsza ryzyka wystąpienia zespołu ciasnoty przedziałów powięziowych i w przypadkach koniecznych wymaga uzupełnienia po przez fasciotomię.

Szczególnej staranności w zaplanowaniu postępowania leczniczego przy uwzględnieniu powyższych aspektów, wymagają złamania o mnogiej lokalizacji w obrębie kości piszczelowej oraz złamania kości piszczelowej towarzyszące mnogim obrażeniom ciała.

WNIOSZEK

W badanym materiale głównymi powodami zaburzeń zrostu kości była nieprawidłowa stabilizacja odłamów kostnych.

PIŚMIENIĘTWO / REFERENCES

1. McDougall IR, Keeling CA. Complications of fractures and their healing. *Semin Nucl Med.* 1988 Apr;18(2):113-25.
2. Ruter A, Mayr E. Die Pseudarthrosis Chirurg. 1999 Nov;70(11):1239-45.
3. Ekternkamp A, Muhr G, Josten C. Die Infektion der Pseudarthrosis Unfallchirurg. 1996 Dec;99(12):914-24.
4. Ochsner PE. Die chronische Infektion nach der Osteosynthese Ther Umsch. 1990 Jul;47(7):597-605.
5. Claes L, Wolf S, Augat P. Die Mechanische Modifikation der Callus Heilung Chirurg. 2000 Sep;71(9):989-94.
6. Xu X, Jin A, Liu Y, Liu J, Zhang X, Qin D. New concepts and advances of immobilization of long bones. *Chin Med J (Engl).* 1998 Feb;111(2):174-9.
7. Polyzois VD, Papakostas I, Stamatidis ED, Zgonis T, Beris AE. Current concepts in delayed bone union and non-union. *Clin Podiatr Med Surg.* 2006 Apr;23(2): 445-53, VIII.
8. Westerhuis RJ, van Bezooijen RL, Kloen P. Use of bone morphogenetic proteins in traumatology. *Injury.* 2005 Dec; 36(12): 1405-12. Epub 2005 Aug 25.
9. Lucarelli E, Donati D, Cenacchi A, Fornasari PM. Bone reconstruction of large defects using bone marrow derived autologous stem cells. *Transfus Apher Sci.* 2004 Apr;30(2):169-74.
10. Soucacos PN, Dailiana Z, Beris AE, Johnson EO. Vascularised bone grafts for the management of non-union. *Injury.* 2006 Apr;37 Suppl 1:S41-50. Epub 2006 Apr 11.
11. Nordsletten L. Recent developments in the use of bone morphogenetic protein in orthopaedic trauma surgery. *Curr Med Res Opin.* 2006;22 Suppl 1:S13-7; S23.
12. Forster MC, Bruce AS, Aster AS. Should the tibia be reamed when nailing? *Injury.* 2005 Mar;36(3):439-44.
13. Delloye C. How to improve the incorporation of massive allografts? *Chir Organi Mov.* 2003 Oct-Dec;88(4):335-43.
14. Devnani AS. Simple approach to the management of aseptic non-union of the shaft of long bones. *Singapore Med J.* 2001 Jan;42(1):20-5.
15. Heckman JD, Sarasohn-Kahn J. The economics of treating tibia fractures. The cost of delayed unions. *Bull Hosp Jt Dis.* 1997;56(1):63-72.
16. Aro HT, Aho AJ. Clinical use of bone allografts. *Ann Med.* 1993 Aug;25(4):403-12.
17. Jóźwiak J, Podgórski J. Statystyka od podstaw. V wyd. Warszawa: Pol Wyd Ekonom; 2001: 69-114.

tion method that corresponds to the fracture morphology and prevents further surgery-related damage to soft tissues. Closed reposition and external or intramedullary fixation of this type of closed fracture does not reduce the risk of a compartment syndrome may necessitate a supplementary fasciotomy.

Particularly careful planning of treatment considering the above aspects is necessary in patients with multiple fractures within the tibia or tibial fractures accompanied by multiorgan injuries.

CONCLUSION

In our patients, disturbances of bone union were mainly due to incorrect stabilisation of bone fragments