

Wieloodłamowe złamania końca dalszego kości udowej leczone metodą Ilizarowa. Studium serii przypadków

Comminuted Fractures of the Distal Femur Treated with Ilizarov External Fixator. Case Series Study

Łukasz Szelerski^(A,B,D,E,F), Radosław Górski^(A,B,D,E,F), Sławomir Żarek^(A,B,D,E,F),
Karol Mochocki^(A,B,D,E), Paweł Małyk^(A,B,D,E)

Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska
Department of Orthopaedics and Musculoskeletal Traumatology, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland

STRESZCZENIE

Wstęp. Złamania dalszego końca kości udowej są rzadkimi i trudnymi w leczeniu urazami kończyny dolnej. Mimo postępu techniki operacyjnej oraz rozwoju implantów stosowanych do zespolenia wewnętrznego odłamów, wciąż obserwuje się wiele powikłań prowadzonego leczenia. Zastosowanie aparatu zewnętrznego Ilizarowa zmniejsza ryzyko wystąpienia komplikacji oraz pozwala na uzyskanie zrostu kostnego.

Materiał i metody. W Klinice Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu WUM w latach 2008-2016 było leczonych sześciu mężczyzn, którzy w wyniku obrażeń wielomiejscowych i wielonarządowych, doznali złamań w obrębie dalszego końca kości udowej. Średnia wieku pacjentów wynosiła 42,6 lat. U czterech z nich, aparat Ilizarowa stanowił pierwotną metodę leczenia, u dwóch – wtórną, po niepowodzeniu leczenia osteosyntezą płytkową.

Wyniki. Średni okres leczenia aparatem Ilizarowa wyniósł 29 tygodni. U wszystkich pacjentów uzyskano zrost kostny. Chorzy po zakończeniu leczenia poruszali się samodzielnie, bez konieczności stosowania zaopatrzenia ortopedycznego. Wszyscy wrócili do pracy zawodowej.

Wnioski. 1. Metoda Ilizarowa pozwala na skuteczną stabilizację wieloodłamowych złamań dalszego końca kości udowej, z uwzględnieniem złamań przestawowych C2 i C3 wg AO/ASIF. 2. Zastosowanie aparatu Ilizarowa zmniejsza traumatyzację tkanek miękkich, oszczędza ukrwienie odłamów kostnych oraz ułatwia pielęgnację skóry, co ma szczególne znaczenie przy złamaniach otwartych. 3. Podjęcie wczesnej rehabilitacji, z pełnym obciążaniem operowanej kończyny zmniejsza zaniki mięśniowe oraz stymuluje zrost kostny.

Słowa kluczowe: złamanie kości udowej, złamanie wieloodłamowe, metoda Ilizarowa

SUMMARY

Background. Distal femoral fractures constitute a type of lower limb injuries that is rare and difficult to treat. Despite advances in surgical technique and development of implants used for internal fixation of fracture fragments, the treatment continues to result in numerous complications. The Ilizarov External Fixator reduces the risk of complications and allows for bone union.

Material and methods. Six men with distal femoral fractures resulting from multisite and multiorgan injuries were treated at the Department of Orthopaedics and Musculoskeletal Traumatology of the Medical University of Warsaw between 2008 and 2016. Mean age of the patients was 42.6 years. Four of them were managed with the Ilizarov method as a primary treatment and two wore the apparatus as a second-line treatment following unsuccessful plate osteosynthesis.

Results. Mean treatment duration with the Ilizarov apparatus was 29 weeks. Bone union was achieved in all patients. After the treatment, the patients ambulated unassisted, without orthopaedic aids. All patients returned to work.

Conclusions. 1. The Ilizarov method allows for efficient fixation of comminuted distal femoral fractures, including C2 and C3 intra-articular fractures (AO/ASIF classification). 2. The use of the Ilizarov apparatus reduces soft tissue laceration, preserves blood supply to the bone fragments, and allows for easier skin care, which is particularly important in the case of open fractures. 3. Early rehabilitation with the patient fully loading the operated limb reduces muscle atrophy and stimulates bone union.

Key words: femoral fracture, comminuted fracture, Ilizarov method

WSTĘP

Złamania dalszego końca kości udowej są rzadkie i trudne w leczeniu. Stanowią ok 0,4% przypadków wśród wszystkich złamań i około 3-6% złamań kości udowej. Charakterystyczny jest rozkład ich występowania, w zależności od wieku. Możemy wyróżnić dwa szczyty zapadalności. Pierwszy dotyczy młodych mężczyzn w wieku ok. 30 lat, gdzie najczęstszą przyczyną jest uraz wysokoenergetyczny. Drugi odnosi się do złamań osteoporotycznych u kobiet w siódmej dekadzie życia [1-4].

Mimo postępu techniki operacyjnej, złamania nadkłykciowe i międzykłykciowe kości udowej wciąż stanowią wyzwanie dla chirurga. Postępowanie utrudniają dodatkowo zmiany osteoporotyczne kości u osób starszych, wielofragmentowy charakter złamania z uszkodzeniem powierzchni stawowej, towarzyszące otwarte rany i uszkodzenie aparatu wyprostnego kolana [5].

W okresie pooperacyjnym mogą wystąpić różne powikłania wynikające z charakteru urazu lub zastosowanego sposobu leczenia. Obejmują one: infekcje, ograniczenie ruchomości stawu kolanowego, zrosty w nieprawidłowym położeniu, a także brak zrostu [4,6].

Wśród metod leczenia operacyjnego złamań dalszego końca kości udowej możemy wyróżnić: zespolenia śródszpikowe, osteosyntezę płytkową oraz stabilizację zewnętrzną. Wybór metody zależy od typu złamania i uwarunkowań związanych z pacjentem. Celem leczenia operacyjnego jest odtworzenie osi oraz długości kości udowej, a w złamaniach przestawowych – odtworzenie kongruencji stawu kolanowego. Umożliwia to szybką mobilizację chorego i zmniejsza ryzyko wystąpienia zmian zwyrodnieniowych [2,7,8].

Wadą zespołów wewnętrznych, zwłaszcza płytkowych jest konieczność długotrwałego odciążania operowanej kończyny oraz większa traumatyzacja tkanek miękkich, co przekłada się na zwiększone ryzyko powstania zaburzeń lub braku zrostu kostnego czy wystąpienia infekcji [3,5].

Stabilizatory zewnętrzne używane są zwykle jako zespolenie tymczasowe, szczególnie w przypadku złamań otwartych lub urazów wielonarządowych. Jednak wielu autorów z powodzeniem stosuje zespolenia zewnętrzne jako leczenie definitywne zamkniętych oraz otwartych złamań końca dalszego kości udowej [3,5,8,9].

Zastosowanie stabilizatora zewnętrznego typu „Ilizarowa” pozwala na trójpłaszczyznowe nastawienie odłamów, zmniejsza traumatyzację tkanek miękkich, oszczędza ukrwienie odłamów kostnych, umożliwia szybszy powrót funkcji kończyny i pozwala na pełne obciążanie kończyny po zabiegu operacyjnym [3,5,10-14].

BACKGROUND

Distal femoral fractures are rare and difficult to treat. They constitute approximately 0.4% of all fractures and approximately 3-6% of femoral fractures. The distribution of their incidence is age-dependent, with two distinct incidence peaks. The first occurs in young males aged approximately 30 years, where the fractures usually result from high-energy trauma, and the other is seen in females in their 7th decade of life, who develop osteoporotic fractures [1-4].

Despite advances in surgical technique, supracondylar and intercondylar femoral fractures remain challenging for surgeons. Fracture management is additionally compounded by osteoporotic changes developing in the elderly, the comminuted nature of the fracture, accompanied by damage to the articular surface, and the associated open wounds and damage to the extensor mechanism of the knee [5].

In the post-operative period, there may be various complications associated with the type of injury or the treatment method used. These include infections, limited knee mobility, adhesions with the joint in an abnormal position, and non-union [4,6].

Distal femoral fractures may be managed surgically by intramedullary fixation, plate osteosynthesis, and external fixation. The selection of a method is based on the type of fracture and patient-specific circumstances. Surgical treatment aims at restoring the axis and length of the femur, and at restoring knee joint congruency in the case of intra-articular fractures. This allows the patients to start ambulating early and reduces the risk of degenerative changes [2,7,8].

Downsides to internal fixation, particularly plate fixation, include the need for long-term load reduction on the operated limb as well as more extensive soft tissue laceration, contributing to a higher risk of bone union complications, non-union or infection [3,5].

External fixators are usually used for temporary fixation, particularly in the presence of open fractures or multiorgan trauma; however, many authors have successfully used external fixation as the definitive treatment of both closed and open fractures of the distal femur [3,5,8,9].

The Ilizarov External Fixator allows for reducing the fracture fragments in three planes, limits soft tissue laceration, preserves blood supply to the bone fragments, contributes to faster restoration of limb function, and enables the patient to fully load the operated limb after the surgery [3,5,10-14].

MATERIAŁ I METODY

W Klinice Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu WUM, w latach 2008-2016 leczonych było sześciu pacjentów, którzy w wyniku urazu wysokoenergetycznego, doznali wielomiejscowych i wielonarządowych obrażeń ciała, ze współistniejącymi złamaniami dalszego końca kości udowej. Średnia wieku wynosiła 42,6 lat (zakres 26-57 lat). W badanej grupie byli sami mężczyźni. Jeden z pacjentów miał złamania w obrębie obu kości udowych. W czterech przypadkach przyczyną był wypadek komunikacyjny, a w dwóch upadek z wysokości. Trzech pacjentów doznało złamań otwartych (II stopnia w skali Gustilo-Andersona) (Ryc. 1 i 2).

W pięciu przypadkach stabilizacja aparatem stanowiła zaopatrzenie pierwotne. Dwóch pacjentów, było leczonych wcześniej za pomocą osteosyntezy płytkowej. U jednego z nich doszło do destabilizacji zespolenia, a u drugiego do wczesnej infekcji, co w obu sytuacjach wymusiło konieczność przeprowadzenia operacji rewizyjnej.

Aparat Ilizarowa rozbudowywano o część podudziową, połączoną zawiasami kolanowymi z aparatem udowym, tak aby oprócz stabilizacji odłamów kostnych, wykonać artrodiatazę stawu kolanowego. Po około 8 tygodniach usuwano część podudziową aparatu, aby umożliwić ruchy wolne w stawie kolanowym. U jednego pacjenta, u którego współistniało złamanie plateau piszczeli, utrzymano część podudziową dłużej (Ryc. 3).

MATERIAL AND METHODS

Six patients with multisite and multiorgan injuries due to high-energy trauma, accompanied by distal femoral fractures, were treated at the Department of Orthopaedics and Musculoskeletal Traumatology of the Medical University of Warsaw between 2008 and 2016. Mean age of the patients was 42.6 years (range: 26-57 years). All patients were male. One of them had bilateral femoral fractures. Four patients had sustained injuries as a result of traffic accidents and two had experienced falls from height. Three patients had open fractures (Gustilo-Anderson grade II) (Fig. 1 and 2).

In four patients, fixation with the Ilizarov apparatus was used as a primary treatment. Two patients had previously been treated with plate osteosynthesis, but the fixation had become destabilised in one and the other patient had developed an early infection; both cases required revision surgery.

An additional Ilizarov frame was applied to the shin and connected to the thigh element with hinges at knee level so that the apparatus not only stabilised the fracture fragments, but also allowed for performing knee distraction arthroplasty. After approximately 8 weeks, the shin frame was removed to allow for free knee movements. One of the patients, who had a concomitant tibial plateau fracture, wore the shin frame longer (Fig. 3).

In order to reduce the risk of limb shortening, and make the approach easier for the operator, this type of surgery is performed on a traction table.

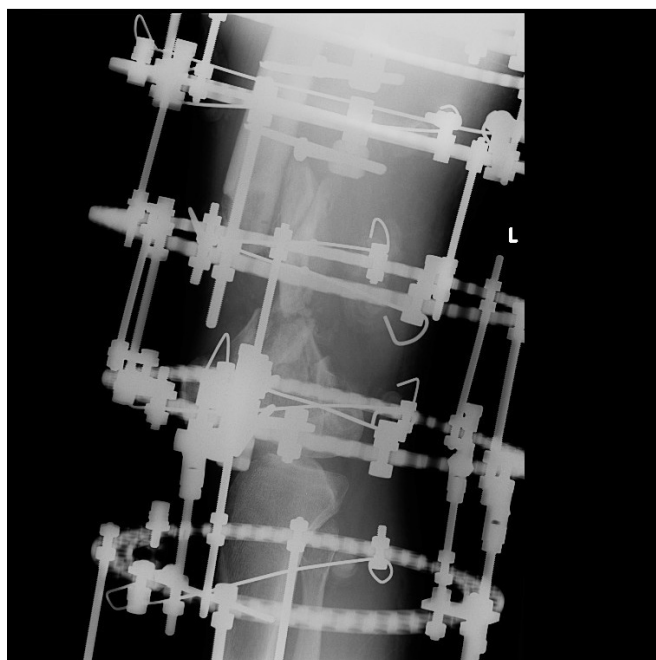


Ryc. 1. Złamanie zaopatrzone pierwotnie stabilizatorem monolateralnym (projekcja AP)

Fig. 1. Primary fixation with monolateral external fixator (AP view)



Ryc. 2 Złamanie zaopatrzone pierwotnie stabilizatorem monolateralnym(projekcja boczna)
Fig. 2. Primary fixation with monolateral external fixator(lateral view)



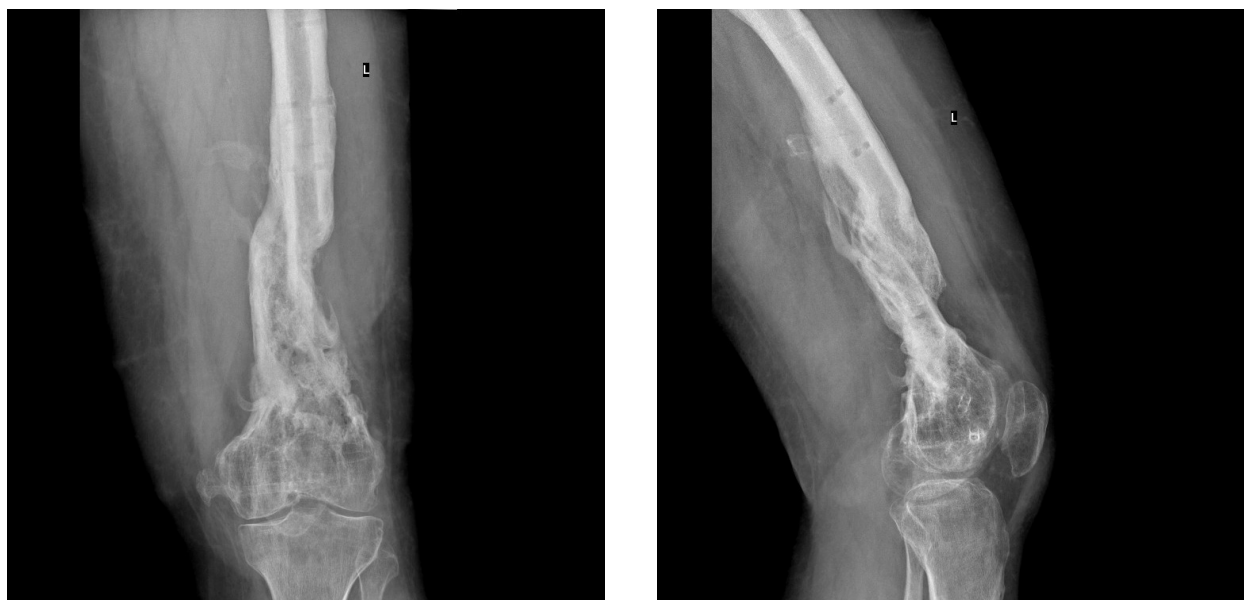
Ryc. 3. Stabilizacja złamania aparatem Ilizarowa (projekcja AP)
Fig. 3. Secondary fixation with Ilizarov External Fixator (AP view)

Aby zredukować prawdopodobieństwo wystąpienia skrócenia kończyny, a także z uwagi na wygodę dla operatora zabieg operacyjny wykonywany jest na stole wyciągowym.

Chorych pionizowano i zezwalano na pełne obciążanie kończyny następnego dnia po operacji, albo tak szybko jak pozwalał ich stan ogólny.

The patients were mobilised and allowed to fully load their operated limbs on the first post-operative day, or as soon as possible in view of their general condition.

Follow-up outpatient visits took place every 4 weeks. Healing was assessed with AP and lateral radiographs. Bone union was confirmed when the radiographs



Ryc. 4, 5. Stan po usunięciu aparatu Ilizarowa z kończyny dolnej. Zrost kostny
 Fig. 4, 5. Status post removal of Ilizarov External Fixator. Bone union

Kontrole ambulatoryjne odbywały się co cztery tygodnie. Gojenie oceniano za pomocą radiogramów w projekcji AP i bocznej. Zrost stwierdzano gdy w radiogramach zauważano prawidłową kostninę oraz podczas badania klinicznego przed zdjęciem aparatu, gdy nie było ruchomości patologicznej pomiędzy odłamami (Ryc. 4 i 5). Wszyscy pacjenci po zdjęciu aparatu otrzymywali ortezę udo-goleń z wolnym ruchem w stawie kolanowym. Zalecono odciążanie operowanej kończyny przez okres 4 tygodni. Następnie stopniowo zwiększano stopień obciążenia kończyny i włączano intensywne ćwiczenia w kolanie.

Szczegółowe dane dotyczące przebiegu leczenia przedstawiono w Tabeli 1.

WYNIKI

Okres leczenia aparatem Ilizarowa w obserwowanej grupie wyniósł średnio 29 tygodni. Decyzja o zdjęciu aparatu zapadała po uzyskaniu potwierdzenia w radiogramach oraz stwierdzenia braku ruchomości patologicznej w obrębie odłamów kostnych. W okresie rehabilitacji stosowano ortozy stawu kolanowego do czasu osiągnięcia prawidłowego stereotypu chodu. Obecnie, żaden z pacjentów nie wymaga zaopatrzenia ortopedycznego, ani kul. Wszyscy pacjenci z grupy wrócili do pracy zawodowej.

Chorych poddano ocenie czynnościowej wg skali Lequesne'a (Tab. 2). Najgorsze wyniki uzyskali pacjenci AG i KT. Obaj doznali urazu wielomiejscowego. Wieloodłamowy i uszkadzający powierzchnię

showed normal bone callus and a clinical examination conducted before removing the Ilizarov apparatus revealed no pathological interfragmental mobility (Fig. 4 and 5) Once the apparatus was removed, all patients received a shin-thigh orthosis allowing for free motion in the knee joint. They were instructed not to load the operated limb for 4 weeks. Subsequently, the weight-bearing was gradually increased and intensive knee exercises were introduced.

The treatment details are presented in Table 1.

RESULTS

The mean period of treatment with the Ilizarov apparatus in our patients was 29 weeks. The decision to remove the device was made after radiological confirmation and once the patients were found to have no pathological mobility between the bone fragments. During the rehabilitation, the patients used knee orthoses until a normal gait pattern was achieved. Currently, none of the patients require orthopaedic aids or crutches. All study patients have returned to work.

The patients underwent functional assessment according to the Lequesne index (Tab. 2). The results were the worst in two patients (AG and KT). Both of them sustained multisite injuries. Their fractures were comminuted and associated with damage to the

Tab. 1. Zestawienie danych dotyczących pacjentów ze złamaniami dalszego końca kości udowej

Tab. 1. Summary of data of patients with distal femoral fractures

No.	Inicjały Initials	Wiek Age	Rozpoznanie współistniejące Concomitant diagnosis	Czas trwania zabiegu (w minutach) Procedure duration (minutes)	Czas leczenia aparatem Ilizarowa(w tygodniach) Duration of treatment with Ilizarov fixator (weeks)
1	MT	26	Zatorowość płucna Pulmonary embolism	95	72
2	KT	34	Wieloodłamowe złamanie kości ramiennej lewej. Wieloodłamowe złamanie kości łokciowej lewej. Otwarte, wieloodłamowe złamanie rzepki prawej. Złamanie kłykcia bocznego kości udowej prawej. Złamanie trzonu kości ramiennej prawej. Złamanie obojczyka lewego. Złamanie kości sześciennej lewej. Uszkodzenie nerwu łokciowego lewego. Mnogie złamania twarzoczaszki. Comminuted left humeral fracture. Comminuted left ulnar fracture. Open comminuted right patellar fracture. Right lateral femoral condyle fracture. Fracture of the right humeral shaft. Left clavicular fracture. Left cuboid bone fracture. Damage to the left ulnar nerve. Multiple viscerocranial fractures.	170	38
3	AG (lewa) AG (left)	56	Złamanie podstawy czaszki, krwiak opłucnej, odma prężna, obustronne złamanie żeber, złamanie mostka Basilar skull fracture, pleural cavity haematoma, pneumothorax, bilateral rib fractures, sternal fracture	120	23
4	AG (prawa) AG (right)	63	Złamanie plateau piszczeli leczone sp. AO. Wczesna infekcja miejsca operowanego Tibial plateau fracture, treated according to AO principles. Early surgical site infection	120	40
5	JP	63	Złamanie plateau piszczeli leczone sp. AO. Wczesna infekcja miejsca operowanego Tibial plateau fracture, treated according to AO principles. Early surgical site infection	100	34
6	ZN	57	Bez urazów współistniejących No concomitant diagnoses	105	16
7	JG	40	Złamanie plateau piszczeli Tibial plateau fracture	120	42

Tab. 2. Indeks czynnościowy Lequesne'a

Tab. 2. Lequesne Score

Inicjały Initials	M.T	K.T	A.G	J.P	Z.N.	J.G
Wynik Score	7 pkt/pts	11 pkt/pts	13 pkt/pts	6 pkt/pts	6 pkt/pts	5 pkt/pts

Punkty stopnia upośledzenia sprawności: 14 niezwykle ciężki, 11-13 bardzo ciężki, 8-10 ciężki, 5 - 7 umiarkowany, 1-4 nieznaczny
Index of severity: 14-extremely severe, 11-13-very severe, 8-10 severe, 5-7 moderate, 1-4 mild

stawową charakter złamania, który ich dotyczył oraz ograniczenie ruchu w stawie kolanowym, w znaczący sposób wpłynęły na funkcjonowanie, co znalazło odbicie w wyniku. Wartości pozostałych pacjentów mieszczą się w ocenie umiarkowanego stopnia ograniczenia sprawności, co jest związane z zwiększonym ruchem w stawie kolanowym i mniejszymi uszkodzeniami powierzchni stawowej kolana.

U dwóch pacjentów leczenie aparatem Ilizarowa powikłane było przykurczem wyprostnym stawu kolanowego. Wymagali oni uwolnienia zachyłka nadrzepkowego metodą otwartą. Aktualnie ich zakres ruchomości w kolanie wynosi odpowiednio: 0-60 i 0-80 stopni. Zakres ruchomości w stawie kolanowym u po-

articular surface and their knee mobility was limited, which substantially contributed to a worse functional status of these patients, resulting in a lower score. The scores of the other patients reflect moderate functional limitation, which is associated with increased knee mobility and less damage to the articular surface of the knee joint.

In two patients, treatment with the Ilizarov apparatus was complicated by extension contractures of the knee. These patients required open suprapatellar recess release. Currently, their respective ranges of knee mobility are 0-60 and 0-80 degrees. In the other patients, knee mobility after 6-month rehabilitation was between 0-90 and 0-110 degrees.

zostałych pacjentów po 6 miesięcznej rehabilitacji wyniósł od 0-90 do 0-110 stopni.

U jednego z badanych, u którego doszło do złamania płyty LCP, którą pierwotnie stabilizowano złamanie, usunięto uszkodzony implant i założono zmodyfikowany aparat Ilizarowa. Ostatecznie uzyskano zrost kostny po czterech miesiącach.

U jednego z pacjentów stwierdzono skrócenie kończyny o 3 cm. Aktualnie oczekuje na wydłużenie kończyny.

DYSKUSJA

Wieloodłamowe złamania dalszego końca kości udowej są ciężkimi urazami, które stanowią wyzwanie dla chirurga. Jak wszystkie złamania przestawowe wymagają: dokładnego planowania przedoperacyjnego, oceny stanu ogólnego, oczekiwań pacjenta, analizy morfologii złamania i jakości tkanki kostnej, a także umiejętności oraz doświadczenia operatora [2-4].

Złamania pozastawowe i międzykłykciowe można leczyć z powodzeniem z zastosowaniem płyty kątownej, systemu DCS lub płyt LCP. Mimo opisywanych w literaturze dobrych wyników funkcjonalnych, ww. metody wymagają szerokichostępów operacyjnych, a wieloodłamowy ich charakter obniża pewność stabilnego zespolenia. Gwoździe środszpikowe mają przewagę nad operacjami „na otwarto”, za sprawą mniejszej ekspozycji oraz utraty krwi, ale nie są adekwatne do złamań przestawowych, typu C2 i C3 wg AO/ASIF [3,4,7].

Wadą zespożeń wewnętrznych (ORIF) jest długi czas odciążania operowanej kończyny, większe ryzyko infekcji oraz zaburzeń zrostu kostnego. Obserwowane w okresie pooperacyjnym uszkodzenia materiału zespalającego, wynikają z istnienia dużych naprężeń przenoszonych na implanty obecne w okolicy bocznej uda. Nierzadko aby zachować dobry kontakt głównych odłamów konieczne jest skrócenie operowanej kończyny, co skutkuje w przyszłości koniecznością wykonania kolejnego zabiegu operacyjnego – przywracającego pierwotną długość kończyny [5].

Leczenie przemieszczonych złamań, szczególnie otwartych, zła jakość kości, osteoporoza wciąż stanowią istotny problem w leczeniu tego typu urazów [7,15].

Zastosowanie aparatu Ilizarowa pozwala skrócić czas trwania zabiegu, zmniejszyć ekspozycję tkanek oraz utratę krwi. Brak konieczności traumatyzacji tkanek miękkich i jatrogennego uszkodzenia okostnej umożliwia szybsze gojenie i powstanie zrostu kostnego. Aparaty Ilizarowa charakteryzuje większa stabilność, w stosunku do stabilizatorów monolateralnych [5,7,16,17].

In one patient, who had a fracture of the LCP plate used during primary surgery to fixate his femoral fracture, the damaged implant was removed and a modified Ilizarov fixator was applied. Bone union was finally achieved 4 months later.

One patient was found to have 3-cm limb shortening and is awaiting a limb lengthening procedure.

DISCUSSION

Comminuted distal femoral fractures are severe injuries that constitute a surgical challenge. Like all intra-articular fractures, they require careful pre-operative planning, assessment of the patient's general status and expectations, analysis of fracture morphology and bone tissue quality, and a skilled and experienced operator [2-4].

Extra-articular and intercondylar fractures may be successfully treated with angular plates, DCS systems or LCP plates. Despite good functional outcomes described in the literature, these methods require wide surgical approaches and the comminuted nature of the fractures means that the fixation may end up being less stable. Intramedullary nails are superior to open surgery due to lower exposure and blood loss, but are not appropriate for AO/ASIF C2 and C3 intra-articular fractures [3,4,7].

The disadvantages of internal fixation (ORIF) include a long period of unloading the operated limb as well as a higher risk of infections and bone union complications. Post-operative damage to the fixing material results from considerable tension transferred to implants located in the lateral part of the thigh. Sometimes it is necessary to shorten the operated limb in order to ensure good contact between the main fracture fragments, in which case patients need to undergo another surgery in the future to restore their normal limb length [5].

Treatment of displaced fractures, particularly open fractures, poor bone quality, and osteoporosis continue to be important problems in the management of these injuries [7,15].

The use of the Ilizarov apparatus shortens the duration of the procedure and reduces tissue exposure and blood loss. As there is no need for soft tissue laceration and iatrogenic periosteal damage, these procedures allow for faster healing and development of bone union. The Ilizarov apparatus ensures better stability than monolateral fixators [5,7,16,17].

Our patients were primarily managed with the Ilizarov external fixator, this aiming to be definitive

W opisywanych w artykule przypadkach zastosowaliśmy pierwotnie stabilizator zewnętrzny typu Ilizarowa w celu definitywnego leczenia złamań. Pozwoliło to na pełne wygojenie odłamów kostnych, ograniczyło traumatyzację tkanek podczas operacji, zmniejszyło stres pacjenta w związku z dwuetapowym postępowaniem.

Aparat Ilizarowa umożliwia właściwą pielęgnację miejsca urazu i operowanej okolicy w okresie pooperacyjnym, a także pozwala na pełne obciążenie kończyny następnego dnia po zabiegu. Pełne obciążenie korzystnie wpływa na proces zrostu kostnego, zapobiega atrofii mięśniowej, sztywności stawu, zwiększa aktywność chorych i ich samodzielność, a także pozwala na sprawniejszą rehabilitację i możliwość szybkiego powrotu do prac po zdjęciu aparatu [11, 17,18].

W literaturze pojawiają się doniesienia o uzyskaniu zrostu przy zastosowaniu aparatu Ilizarowa na poziomie od 92.3 do 100% w ciągu 4-6 miesięcy [7,19-23].

W naszym materiale uzyskaliśmy 100% wygojonych złamań w okresie obserwacji nieprzekraczającym 6 miesięcy. W żadnym z leczonych przypadków nie doszło do powikłań infekcyjnych.

Pewną wadą jest wielkość i obszerność konstrukcji udowej aparatu Ilizarowa, która jest przyczyną dyskomfortu chorego w trakcie leczenia. Konstrukcja może stanowić również nieprzyjemne doznanie estetyczne, co wpływa na stan psychiczny pacjenta. Wymagane jest też przystosowanie materaca w łóżku, gdyż nie powinno się leżeć na aparacie założonym na udzie.

Ze strony chorego konieczna jest ścisła współpraca z lekarzem, obserwacja ewentualnych uszkodzeń np. pęknięcia drutów Kirschnera, wymagających dodatkowej hospitalizacji celem ich wymiany. Stąd metoda nie jest zalecana pacjentom uzależnionym od alkoholu, substancji psychoaktywnych oraz leczonych psychiatrycznie.

Częstym powikłaniem prowadzonego leczenia są infekcje wokół drutów. Pacjentów, leczonych metodą Ilizarowa należy informować o konieczności dbałości o higienę oraz czystość aparatu. Nie wymaga to stosowania nadzwyczajnych środków. Cavusoglu wykazał w swojej pracy, że używanie wody i mydła jest porównywalne ze środkami dezynfekującymi w zapobieganiu infekcjom skóry wokół drutów [24].

Jednym z następstw leczenia złamań dalszego końca kości udowej aparatem Ilizarowa jest przykurcz wyprostny stawu kolanowego. Na jego powstanie ma wpływ kilka czynników. Ze strony pacjenta są to: charakterystyka złamania (zwłaszcza charakter przestawowy), towarzyszące uszkodzenia tkanek miękkich, a ze strony operatora – niewłaściwe umieszcze-

nie. This allowed the bone fragments to heal completely, limited tissue laceration during the surgery, and reduced patient stress associated with two-stage treatment.

The Ilizarov apparatus allows for appropriate care of the site of injury and operated area in the post-operative period and enables the patients to fully load the operated limb on the first post-operative day. Full loading of the limb promotes bone union, prevents muscle atrophy and joint stiffness, improves patient mobility and independence and contributes to more efficient rehabilitation, allowing the patients to return to work sooner after removal of the apparatus [11, 17,18].

Reported success rates range from 92.3% to 100% of bone union in patients treated with the Ilizarov apparatus over 4-6 months [7,19-23].

All our patients (100%) achieved bone union within a follow-up period not exceeding 6 months. No patient developed any infectious complications.

The Ilizarov apparatus has a certain downside: since it is large and extensive, it may cause discomfort during the treatment. It may also be seen as aesthetically unpleasant, which may affect the patient's mental well-being. Moreover, it is necessary to adapt the mattress on the patient's bed since one should not lie down on the apparatus applied to the thigh.

The patient needs to cooperate closely with the doctor and look for any damage, e.g. broken K wires, whose replacement would require an additional hospital admission. Consequently, the method is not recommended in patients with alcohol or psychoactive drug dependence and people undergoing psychiatric treatment.

This treatment is often complicated by infections around the wires. Patients treated with the Ilizarov apparatus should be informed about the need to ensure good hygiene and keep the apparatus clean. This requires no special measures. Cavusoglu showed that the efficacy of water and soap for preventing skin infection around the wires is comparable to that of disinfectants [24].

The sequelae of treatment of distal femoral fractures with the Ilizarov apparatus may include extension contractures of the knee. Their development depends on several factors, including patient-dependent ones like the fracture type (particularly intra-articular fractures) and the accompanying soft tissue damage, and operator-dependent factors, such as incorrect placement of the rings and negative influence of K wire insertion through the quadriceps, resulting in pain during knee exercise. Placement of the wires through the suprapatellar recess causes additional adhesions which limit knee joint mobility [7,19,21].

nie pierścieni oraz niekorzystny wpływ transfiksji drutów Kirschnera przez mięsień czworogłowy, powodujący ból podczas ćwiczeń stawu kolanowego. Przeprowadzenie drutów przez zachyłek nadrzepkowy powoduje powstanie dodatkowych zrostów ograniczających ruchomość stawu [7,19,21].

Ustabilizowanie stawu kolanowego na 6-8 tygodni poprzez zastosowanie zawiasów łączących udo z częścią podudziową umożliwia wykonywanie ruchów w stawie. Zmniejsza to w istotny sposób ryzyko powstania sztywnego stawu kolanowego i zwiększa szansę na wydolny chód.

Mimo to, dwóch naszych pacjentów wymagało uwolnienia zachyłka nadrzepkowego po zdjęciu aparatu i przeprowadzeniu rehabilitacji. Ostatecznie uzyskali oni zakres ruchomości 0-60 i 0-80 stopni w stawie kolanowym.

WNIOSKI

1. Metoda Ilizarowa pozwala na skuteczną stabilizację wieloodłamowych złamań dalszego końca kości, z uwzględnieniem złamań przestawowych C2 i C3 wg AO/ASIF.
2. Zastosowanie aparatu Ilizarowa zmniejsza traumatyzację tkanek miękkich oraz ułatwia pielęgnację skóry, co ma szczególne znaczenie przy złamaniach otwartych.
3. Podjęcie wczesnej rehabilitacji, z pełnym obciążaniem operowanej kończyny zmniejsza zaniki mięśniowe oraz stymuluje zrost kostny.
4. Stabilizacja stawu kolanowego poprzez zastosowanie części podudziowej aparatu połączonej zawiasami, daje możliwość wykonywania ruchu w stawie, zmniejsza to w istotny sposób ryzyko powstania sztywnego stawu kolanowego i ułatwia chodzenie pacjentowi.
5. W przypadku pourazowego skrócenia uda, metoda Ilizarowa umożliwia przeprowadzenie wydłużenia kończyny w terminie późniejszym.
6. Część udowa aparatu może powodować dyskomfort u chorych podczas leczenia. Stąd metoda nie jest polecana osobom otyłym oraz w podeszłym wieku. Pacjent musi ściśle przestrzegać zaleceń operatora, dbać o czystość aparatu oraz zgłaszać ewentualne uszkodzenia konstrukcji.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Ehlinger M, Ducrot G, Adam P, Bonnet F. Distal femur fractures. Surgical techniques and a review of the literature. *Orthop Traumatol Surg Res* 2013;99:353-60.
2. Gangavalli AK, Nwachuku CO. Management of Distal Femur Fractures in Adults: An Overview of Options. *Orthop Clin North Am* 2016;47:85-96.
3. Crist BD, Della Rocca GJ, Murtha YM. Treatment of acute distal femur fractures. *Orthopedics* 2008;31:681-90.
4. Obakponovwe O, Kallala R, Stavrou PZ, Harwood P, Giannoudis P. (iv) The management of distal femoral fractures: a literature review. *Orthopaedics and Trauma* 2012;26:176-83.

Stabilising the knee joint for 6-8 weeks by using hinges connecting the thigh and shin frames allows for joint movement. This significantly decreases the risk of knee stiffness and helps restore an efficient gait.

Nevertheless, two patients from our group required suprapatellar recess release surgery after removal of the apparatus and rehabilitation. They eventually achieved knee mobility ranges of 0-60 and 0-80 degrees.

CONCLUSIONS

1. The Ilizarov method allows for efficient fixation of comminuted distal femoral fractures, including C2 and C3 intra-articular fractures (AO/ASIF classification).
2. The use of the Ilizarov apparatus reduces soft tissue laceration and allows for easier skin care, which is particularly important in the case of open fractures.
3. Early rehabilitation with the patient fully loading the operated limb reduces muscle atrophy and stimulates bone union.
4. Knee stabilisation achieved with the use of an Ilizarov apparatus frame applied to the shin and connected to the rest of the fixator with hinges allows for joint movement, which significantly reduces the risk of knee joint stiffness and helps the patient ambulate.
5. In the case of post-traumatic femoral shortening, the Ilizarov method allows for conducting a limb lengthening procedure at a later time.
6. The thigh frame of the apparatus may cause discomfort during the treatment, which is why this method is not recommended for obese or elderly patients. The patient must strictly follow the operator's instructions, keep the apparatus clean, and report any damage to the device.

5. El-Tantawy A, Atef A. Comminuted distal femur closed fractures: a new application of the Ilizarov concept of compression-distraction. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2015;25:555-62.
6. Barei DP, Beingsessner DM. Open distal femur fractures treated with lateral locked implants: union, secondary bone grafting, and predictive parameters. *Orthopedics* 2012;35:e843-6.
7. Arazi M, Memik R, Ogun TC, Yel M. Ilizarov external fixation for severely comminuted supracondylar and intercondylar fractures of the distal femur. *J Bone Joint Surg Br* 2001;83:663-7.
8. Ramesh LJ, Rajkumar SA, Rajendra R, Rajagopal HP, Phaneesha MS, Gaurav S. Ilizarov ring fixation and fibular strut grafting for C3 distal femoral fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2004;12:91-5.
9. Bedes L, Bonneville P, Ehlinger M, et al. External fixation of distal femoral fractures in adults' multicentre retrospective study of 43 patients. *Orthop Traumatol Surg Res* 2014;100:867-72.
10. Grivas TB, Magnissalis EA. The use of twin-ring Ilizarov external fixator constructs: application and biomechanical proof-of-principle with possible clinical indications. *J Orthop Surg Res* 2011;6:41.
11. Górski R, Żarek S, Modzelewski P, Małyk P, Wiśniewski R. Open Trimalleolar Fractures Treated with Ilizarov External Fixator. *Ortop Traumatol Rehabil* 2015;17:381-91.
12. Górski R, Żarek S, Modzelewski P, Małyk P. Stress Fractures of Tibia Treated with Ilizarov External Fixator. *Ortop Traumatol Rehabil* 2016;18:337-47.
13. Schandelmaier P. Ilizarov external fixation for severely comminuted supracondylar and intercondylar fractures of the distal femur. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84:148-9.
14. Morasiewicz L, Orzechowski W, Kulej M, Stepniewski M. The results of treatment of bone defects and non-union within the femoral shaft with shortening of femur using Ilizarov method. *Ortop Traumatol Rehabil* 2007;9:366-76.
15. Kumar P, Singh GK, Singh M, Bajraacharya S. Treatment of Gustilo grade III B supracondylar fractures of the femur with Ilizarov external fixation. *Acta Orthop Belg* 2006;72:332-6.
16. Catagni MA, Guerreschi F, Lovisetti L. Distraction osteogenesis for bone repair in the 21st century: lessons learned. *Injury* 2011;42:580-6.
17. Ilizarov GA. The principles of the Ilizarov method. 1988. *Bull Hosp Jt Dis* 1997;56:49-53.
18. Ilizarov GA, Shved SI. [Transosseous osteosynthesis in the treatment of multiple fractures of long tubular bones]. *Sov Med* 1987;43-7.
19. Ali F, Saleh M. Treatment of isolated complex distal femoral fractures by external fixation. *Injury* 2000;31:139-46.
20. Zlowodzki M, Bhandari M, Marek DJ, Cole PA, Kregor PJ. Operative treatment of acute distal femur fractures: systematic review of 2 comparative studies and 45 case series (1989 to 2005). *J Orthop Trauma* 2006;20:366-71.
21. Hutson JJ, Jr., Zych GA. Treatment of comminuted intraarticular distal femur fractures with limited internal and external tensioned wire fixation. *J Orthop Trauma* 2000;14:405-13.
22. Chaddha M, Gulati D, Singh AP, Maini L. Management of massive posttraumatic bone defects in the lower limb with the Ilizarov technique. *Acta Orthop Belg* 2010;76:811-20.
23. Shiha A, Hafez AR, Kenaway M. Salvage of complicated diaphyseal femoral fractures by 1-stage open debridement and Ilizarov technique. *Ann Plast Surg* 2013;71:519-21.
24. Cavusoglu AT, Ozsoy MH, Dincel VE, Sakaogullari A, Basarir K, Ugurlu M. The use of a low-profile Ilizarov external fixator in the treatment of complex fractures and non-unions of the distal femur. *Acta Orthop Belg* 2009;75:209-18.

Liczba słów/Word count: 4708

Tabele/Tables: 2

Ryciny/Figures: 5

Piśmiennictwo/References: 24

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Łukasz Szelerski, Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu I Wydziału Lekarskiego, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Lindleya 4, 02-005 Warszawa, Polska.
Tel. 22 502-15-14, e-mail: l.szelerski@gmail.com

Otrzymano / Received 28.08.2017 r.
Zaakceptowano / Accepted 26.11.2017 r.