

# Osteotomia skracająca podkrętarzowa kości udowej ze stabilizacją blaszką i śrubami w leczeniu nierówności kończyn dolnych

## Leg Length Discrepancy Treatment with Subtrochanteric Shortening Osteotomy and Blade Plate Fixation

Paweł Koczewski<sup>1(A,B,C,D,E,F)</sup>, Aleksandra Zaklukiewicz<sup>2(B,C,E)</sup>, Iwona Rotter<sup>2(C,F)</sup>

<sup>1</sup> Klinika Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Polska

<sup>2</sup> Samodzielna Pracownia Rehabilitacji Medycznej Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie, Polska

<sup>1</sup> Department of Paediatric Orthopaedics and Traumatology, Karol Marcinkowski University of Medical Sciences of Poznań, Poland

<sup>2</sup> Independent Laboratory of Medical Rehabilitation Faculty of Health Sciences Pomeranian Medical University, Poland

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Jedną z metod leczenia operacyjnego nierówności kończyn dolnych (nkd) jest podkrętarzowa osteotomia skracająca kości udowej. Należy ona do rzadziej stosowanych metod z uwagi na liczne ograniczenia oraz, niekorzystnego dla większości chorych, efektu zmniejszenia wzrostu. Celem pracy jest analiza wyników leczenia nkd metodą osteotomii skracającej podkrętarzowej kości udowej przy zespoleniu blaszką i śrubami oraz analiza powikłań.

**Materiał i metody.** Grupa badana obejmowała 18 osób leczonych metodą izolowanej osteotomii skracającej z zespoleniem blaszką (kątową lub prostą) i śrubami. Wiek pacjentów w chwili operacji zawierał się w przedziale od 12 lat i 2 miesiące do 24 lat i 3 miesiące (średnia 17 lat i 8 miesięcy). Przed operacją średnia nkd wynosiła 4,1 cm (od 2,5 do 7,0). Wielkość jednocoszowej resekcji kości udowej w miejscu podkrętarzowej osteotomii wynosiła od 2,5 cm do 5,0 cm (średnia 3,7). Okres obserwacji zawierał się w zakresie od 6 miesięcy do 15 lat i 9 miesięcy (średnia 3 lata i 6 miesięcy). Analiza wyników została wykonana według następujących kryteriów. Wynik dobry przyporządkowany do chorych, którzy uzyskali równą długość kończyn lub uzyskali planowane skrócenie kończyny. Do wyniku zadowalającego sklasyfikowano chorych z pozostałą nierównością w zakresie 0,5 cm-1cm. Do wyniku złego zaliczeni zostali chorzy z pozostałą nierównością powyżej 1cm lub pojawiением się powikłań pozostawiających trwały skutek lub powikłań wymagających reoperacji.

**Wyniki.** Wynik leczenia dobry uzyskano u 15 chorych, a wynik zły u 3 chorych. Powikłania pojawiły się u 5 (28%) chorych. Najczęściej pojawiającym się powiklaniem było opóźnienie zrostu kostnego. Pełne obciążanie operowanej kończyny rozpoczęto od 12 do 32 tygodni po operacji (średnia 19). Po operacji nkd zawierała się w przedziale od 0 cm do 3 cm (średnia 0,6). Równa długość kończyn została uzyskana u 13 (72%) chorych.

**Wnioski.** 1. Podkrętarzowa osteotomia skracająca kości udowej ze stabilizacją blaszką i śrubami, uwzględniając ograniczenie wielkości korekcji do 5-6 cm, jest efektywną metodą leczenia nierówności kończyn dolnych, o stosunkowo niskim odsetku powikłań. 2. Najczęstszymi powikłaniami podkrętarzowej osteotomii skracającej są zaburzenia zrostu kostnego. 3. Zastosowanie śrub ciągnących przy stabilizacji osteotomii blaszką kątową może zmniejszyć ryzyko powikłań.

**Słowa kluczowe:** nierówność kończyn dolnych, osteotomia skracająca kości udowej, leczenie chirurgiczne, stabilizacja wewnętrzna

### SUMMARY

**Background.** Subtrochanteric femoral shortening osteotomy is a method of surgical treatment of lower limb discrepancy (LLD). It is less commonly used due to numerous limitations and the resulting decrease in height, which is an undesirable effect for most patients. The aim of this study was to analyze the results and complications of treatment of leg length discrepancy (LLD) by femoral shortening osteotomy fixed with a blade plate and screws.

**Material and methods.** The study group comprised 18 patients treated by subtrochanteric shortening osteotomy fixed with a blade or straight plate and screws. The age of patients at the time of the operation ranged from 12 years and two months to 24 years and 3 months (mean 17 years and 8 months). Before the operation, the mean LLD amounted to 4.1 cm (from 2.5 to 7.0). The size of the same-time resection of the femur at the level of the subtrochanteric osteotomy ranged from 2.5 cm to 5.0 cm (mean 3.7). The follow-up period ranged from 6 months to 15 years and 9 months (mean 3 years and 6 months).

The analysis of the results was based on the following criteria. A good result was defined as obtaining an equal length of both legs or achieving the intended amount of shortening. A fair result was defined as a post-operative LLD from 0.5 cm to 1 cm. A poor result comprised patients with post-operative LLD greater than 1 cm or with complications that leave a lasting impact or complications requiring revision surgery.

**Results.** A good result was obtained in 15 patients and a fair one in 3 patients. Complications appeared in 5 (28%) patients. The most common complication was delayed bone healing. Full weight-bearing of the operated limb was allowed between 12 and 32 weeks post-surgery (mean 19 weeks). The final LLD ranged from 0 cm to 3 cm (mean 0.6 cm). Equal limb length was obtained in 13 (72%) patients.

**Conclusions.** 1. Subtrochanteric femoral shortening osteotomy fixed with a plate and screws, taking into consideration the limitation of possible correction to 5-6 cm, is an effective method of treatment of lower limb discrepancy with a relatively low complication rate. 2. The most common complications of subtrochanteric shortening osteotomy are disorders of bone union. 3. The use of lag screws for stabilisation of the osteotomy with an angle plate may reduce the risk of complications.

**Key words:** leg length discrepancy, femoral shortening osteotomy, surgical treatment, internal stabilization

## WSTĘP

Jedną z metod leczenia operacyjnego nierówności kończyn dolnych (nkd) jest podkrtarzowa osteotomia skracająca kości udowej. Należy ona do rzadziej stosowanych metod z uwagi na ograniczenia dotyczące wielkości skrócenia (do 5cm), jego lokalizacji (kość udowa) oraz niekorzystnego dla większości chorych efektu zmniejszenia wzrostu. Pomimo znacznie częstszego stosowania chirurgicznego wydłużania kończyn (metoda Ilizarowa), metoda podkrtarzowej osteotomii skracającej znajduje nadal swoje wskazania [1-3].

Odrębnie dyskutowanym zagadnieniem jest wybór sposobu stabilizacji osteotomii. Wśród metod zespolenia opisywano skośną osteotomię podkrtarzową ze stabilizacją trzema śrubami korowymi. Metodę tę obecnie zastąpiono stabilizacją różnego typu blaszkami (kątowe i proste) oraz zespołeniami śródspikowymi.

Celem pracy jest ocena wyników leczenia nkd metodą osteotomii skracającej kości udowej, z zespołem blaszką kątową i śrubami oraz analiza powikłań.

## MATERIAL I METODY

Przeanalizowano dokumentację 18 chorych (9 płci żeńskiej i 9 męskiej) leczonych w jednym ośrodku w latach 1994-2008 z powodu nierówności kończyn dolnych metodą izolowanej podkrtarzowej osteotomii skracającej kości udowej, z zespołem blaszką (kątową lub prostą) i śrubami. Kryterium doboru grupy badanej była kompletność dokumentacji klinicznej i radiologicznej. Wiek w chwili operacji zawierał się w przedziale od 12 lat i 2 miesięcy do 24 lat i 3 miesiące (średnia 17 lat i 8 miesięcy). Przyczyną nierówności kończyn w 8 przypadkach było wydłużenie kończyny, a w 10 – skrócenie. Najczęstszą etiologią nierówności były wady wrodzone (7) oraz deformacje pourazowe (6), w dalszej kolejności przebyte zapalenie stawu biodrowego (2) oraz inne (3) (choroba Recklinghausena, torbiel tętniakowata, choroba Perthesa). Średnia przedoperacyjna nkd u wszystkich chorych wynosiła 4,1 cm (od 2,5 do 7,0).

Dane o chorobie i przebytym leczeniu zebrano z dokumentacji leczenia szpitalnego oraz ambulatoryjnego. Oprócz danych epidemiologicznych i szczegółów z wywiadu chorych (wiek, płeć, rozpoznanie, przebyte wcześniejsze operacje, data ostatniego dostępnego badania), analizowano dane z badania klinicznego, a w szczególności pomiary kliniczne i radiologiczne długości kończyny przed i po operacji. Dla każdego chorego został przyjęty co najmniej jeden z pomiarów klinicznych: bezwzględny (13), względny

## BACKGROUND

Subtrochanteric femoral shortening osteotomy is a method of surgical treatment of lower limb discrepancy (LLD). It is used less commonly due to the limitations concerning the amount of length reduction (up to 5 cm), location of the surgical site (femur), and the effect of reduced height, which is unfavourable for most patients. Despite the considerably more frequent use of surgical limb lengthening (Ilizarov method), subtrochanteric femoral shortening osteotomy can still be recommended [1-3].

An issue given separate attention is the manner of stabilisation of the osteotomy. Methods of fixation described in the literature have included oblique subtrochanteric osteotomy fixed with three cortical screws. This method has now been replaced with fixation techniques based on plates of various types (angle and straight plates) and intramedullary stabilisation.

The purpose of the paper is to assess the outcomes of LLD treatment using subtrochanteric femoral shortening osteotomy fixed with an angle plate and screws and to analyse complications associated with this procedure.

## MATERIAL AND METHODS

We analysed records of 18 patients (9 females and 9 males) treated for lower limb length discrepancy in one centre in the years 1994-2008 by isolated subtrochanteric femoral shortening osteotomy fixed with an angle or straight plate and screws. Patients were entered into the study if they had complete clinical and x-ray records. Patient age at surgery ranged from 12 years and 2 months to 24 years and 3 months (mean age: 17 years and 8 months). The cause of limb length discrepancy was limb lengthening in 8 cases and limb shortening in 10 cases. The most common aetiologies of the discrepancy were inherited defects (7) and post-traumatic deformation (6); other aetiologies comprised hip joint arthritis (2) and other causes (3: Recklinghausen disease, aneurysmal cyst, Perthes disease). Average LLD in all patients was 4.1 cm (range: 2.5-7.0).

Data about the disease and previous treatment were collected from hospital and outpatient clinic treatment records. Epidemiological information and details of patients' medical histories (age, sex, diagnosis, previous surgeries, date of latest available examination) were analysed along with data from clinical examinations, in particular clinical and x-ray measurements of limb length before and after the surgery. At least one of the following clinical measurements: absolute (13), relative (12), functional (10), was adopted for each patient. X-ray measurements of

(12), funkcjonalny (10). Pomiary radiologiczne skrócenia wykonano na podstawie analizy radiogramów pomiarowych wykonanych w technice telemetrii, a długość kości udowej była mierzona od szczeły stawu biodrowego do szczeły stawu kolanowego, wzdłuż osi mechanicznej segmentu. Analizie poddano wielkość jednoczasowego chirurgicznego skrócenia kości udowej, rodzaj stabilizacji osteomii, postępowanie pooperacyjne (rodzaj unieruchomienia, rozpoczęcie obciążania operowanej kończyny). Średnia okresu obserwacji wynosiła 3 lata i 6 miesięcy (od 6 miesięcy do 15 lat i 9 miesięcy).

W analizie wyniku oceniano czas uzyskania zrostu kostnego oraz wystąpienie powikłań.

Ze względu na efekt egalizacyjny przyjęto następujące kryteria oceny wyniku leczenia:

- dobry – brak nierówności lub uzyskanie skrócenia zgodnego z planowanym,
- zadowalający – pozostała nierówność większa o 0,5 cm-1cm w stosunku do planowanej,
- zły – pozostała nierówność większa ponad 1cm w stosunku do planowanej lub wystąpienie powikłania wymagającego reoperacji bądź pozostawiające trwałы skutek (np. zagięcie osi).

### **Metodyka analizy statystycznej**

W przypadku oceny korelacji wybranych parametrów pomiędzy dwoma niezależnymi od siebie grupami, wykorzystano test U Manna-Whitney'a. W celu zbadania zależności pomiędzy dwoma wybranymi parametrami w grupie mało liczebnej, wykorzystano test dokładny Fishera.

## **WYNIKI**

Podstawowe dane chorych zebrane z historii choroby, dotyczące leczenia nierówności kończyn dolnych, a także osiągniętych wyników zostały przedstawione w Tabeli 1.

Wielkość operacyjnego, jednoczasowego skrócenia kości udowej w miejscu osteomii podkrętarzowej zawierała się w zakresie od 2,5 cm do 5,0 cm (średnia 3,7), co stanowiło od 5,5% do 11,4% (średnia 7,5%) początkowej długości kości udowej. W przypadku 16 osób, do zespolenia osteomii zastosowano blaszkę kątową, a u pozostałych 2 osób blaszkę prostą (z powodu niższego poziomu osteomii). W przypadku blaszek kątowych, bliższy odłam stabilizowany był grotem blaszki, a dalszy śrubami (Rycina 1). Dodatkowo u 8 chorych (44%) zastosowano śruby ciągnące wprowadzone w odłam bliższy.

W okresie pooperacyjnym tylko u 3 chorych zastosowano unieruchomienie w opatrunku gipsowym biodrowym, u pozostałych nie stosowano żadnego

the degree of shortening were based on measurement radiographs obtained by telemetry, with the length of femur measured from the hip joint gap to the knee joint gap along the segment's mechanical axis. The size of immediate surgical shortening of the femur, method of stabilisation of the osteotomy and post-surgery management (type of immobilisation, initiation of loading of the operated limb) were analysed. The average duration of follow-up was 3 years and 6 months (range: 6 months to 15 years and 9 months).

The time of achieving a bone union and the development of complications were assessed in the analysis of treatment outcomes.

The following criteria were adopted to classify treatment result with regard to limb length equalisation:

- good – no post-operative length discrepancy or achieving the intended degree of shortening,
- fair – post-operative inequality of 0.5 cm-1 cm greater than intended
- poor – inequality of >1 cm greater than intended or the presence of complications requiring a revision surgery or leaving a permanent effect (e.g. axis angulation).

### **Statistical design**

The Mann-Whitney U test was used to assess correlations of selected parameters between two independent groups. Fisher's exact test was used to assess correlations between two selected parameters in a small-sized group.

## **RESULTS**

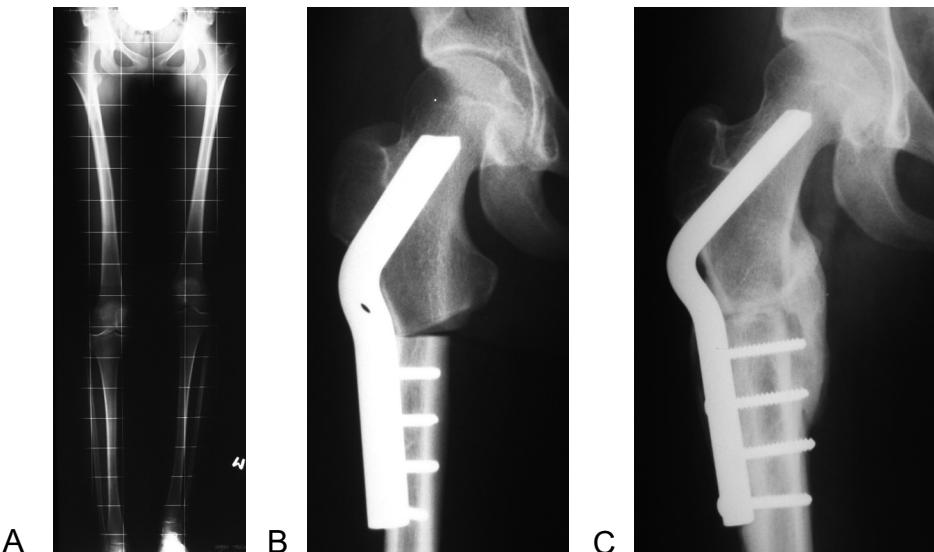
The basic data on lower limb discrepancy treatment obtained from the patients' records and the results of osteotomy treatment are presented in Table 1.

The size of same-time surgical shortening of the femur at the subtrochanteric osteotomy site ranged from 2.5 cm to 5.0 cm (mean 3.7), corresponding to 5.5%-11.4% (mean 7.5%) of the initial femur length. An angle plate was used for fixing the osteotomy in 16 patients, and a straight plate was used in the remaining two (who underwent the osteotomy at a lower level). Where angle plates were used, the proximal fragment was stabilised with the plate's point and the distal one with screws. Additionally, in 8 patients (44%), lag screws were inserted in the proximal fragment.

In the post-operative period, the limbs were immobilised in a hip plaster cast only in 3 patients; no immobilisation was used in the remaining patients. Full weight-bearing of the operated limb was allow-

Tab. 1. Zestawienie danych wszystkich chorych leczonych podkrtarzową osteotomią skracającą kości udowej ze stabilizacją błaszką kątową  
 Tab. 1. Data for all patients treated by subtrochanteric femoral shortening osteotomy fixed with an angle plate

Lp/ No.	Spadek / Fracture / Etiologia / aetiology	Wiek / Age	Wielkość nisk przed operacją / prop. LLD [cm]	Plan. skrócenie chirurg. / intended surgic. shortening [cm]	Wielkość nisk po leczaniu / postop. LLD [cm]	Liczba śrub ciągnąco- wspierających / No. of lag screws	Gips biodrowy / hip spica cast	Czas bez obc. [tyg.] / non weight bearing weeks	Czas stabil. wewn [lata] / duration of internal fixation [years]	Okres obserwacji [lata] / follow-up [years]	Kategoria wyniku / Result category
1 L	Wydużenie uda po złamaniu LKD / Posttraumatic left femur lengthening	15.9	3	3	0	0	nie / no	22.0	1,4	3,0	dobry / good
2 L	Wydużenie LKD po złamaniu uda i goleni / Posttraumatic left femur and tibia lengthening	16.5	4	4	0	0	nie / no	28.0	1,4	1,5	dobry / good
3 P	Wydużenie PKD po złamaniu uda / Posttraumatic right femur lengthening	16.2	3,5	3,5	0	0	nie / no	25.0	1,1	1,4	dobry / good
4 P	Skrócenie idiopatyczne LKD / Idiopathic left lower limb shortening	19.4	3	3	0	1	nie / no	25.0	1,4	1,7	dobry / good
5 P	Skrócenie LKD po wrodzonym zwichtnięciu st. biodegneratu / Left femur shortening post DDH	13,5	4	4	0	0	tak / yes	22.0	1,3	4,5	dobry / good
6 P	Skrócenie LKD po wrodzonym zwichtnięciu st. biodegneratu / Left femur shortening post DDH	15,0	3,5	3,5	0	1	nie / no	12.0	2	2,0	dobry / good
7 L	Nierównosć KKD powstawająca / Posttraumatic inequality	24,0	4	4	0	2	nie / no	43.0	1,4	1,6	zrost powolny / delayed union
8 P	Torbil tężnikowa LKD / Aneurysmal bone cyst of left lower limb	17,2	6	5	1	0	nie / no	32.0	0,9	1,5	Infekcja / infection
9 L	Skrócenie po złamaniu prawego uda / Posttraumatic right femur shortening	24,3	5	3	2	2	nie / no	19,0	2,6	2,7	dobry / good
10 P	LKD: kolano szpotawe, PKD: kolano koszowe, nikt / LLD: genu varum in LLL, genu valgum in RLL	22,7	4	4	0	1	nie / no	12,0	1,2	1,2	dobry / good
11 L	Wrodzona stopa konsko-szpotawa, skrócenie PKD / CTEV, RLL shortening	20,4	2,5	2,5	0	1	nie / no	78,0	nie usunięto / not removed	5,6	szpotawość / varus deformity
12 P	Skrócenie LKD po zapaleniu stawu biodrowego, pk. przywiedzionowy / Postseptic left femur shortening following coxitis, adduction contracture	13,8	5	3	2	0	nie / no	12,0	2,9	2,9	dobry / good
13 L	Wydużenie LKD po złamaniu k. udowej / Posttraumatic left femur lengthening	18,4	3	3	0	0	nie / no	21,0	2,2	2,2	dobry / good
14 P	Choreba Recklinghausena / Von Recklinghausen disease	15,2	4,5	4,5	0	0	nie / no	bd	0,6	0,6	obłużowanie zespolenia / plate loosening
15 L	Niedorozwoj PKD / Hypoplasia of the right lower limb	12,2	6	4	2	błaszkowa prostota / straight plate	tak / yes	13,0	1,5	1,6	dobry / good
16 P	Skrócenie LKD po grzązce biodra / Left femur shortening post hip tuberculosis	22,1	7	4	3	1	tak / yes	29,0	0,7	15,9	dobry / good
17 P	Wrodzone skrócenie lewej kości udowej / Congenital left femur shortening	16,2	2,5	2,5	0	błaszkowa prostota / straight plate	nie / no	12,0	0,2	2,0	staw rzekomy / pseudarthrosis
18 P	Skrócenie LKD, szpotawość lewego biodra po jedowej martwicy głowy k. udowej, LLL shortening with left coxa vara post left femoral head AVN	16,9	3	3	0	1	nie / no	13,0	1,3	4,2	dobry / good
<b>Średnia / mean</b>											
<b>Maksimum / maximum</b>											
<b>Minimum / minimum</b>											
<b>Odczytlenie standardowe / SD</b>											



Ryc. 1. a) Chora 1. 16 z pourazowym wydłużeniem prawej kości udowej (3,5cm) po złamaniu trzonu kości udowej leczonym wyciągowo, b) osteotomia skracająca podkrętarzowa prawej kości udowej z zespołem blaszką kątową i śrubami, c) zrost osteotomii – rtg po 6 miesiącach

Fig. 1. a) Post-traumatic lengthening of femur (3.5 cm) after femoral shaft fracture in a 16-year-old female treated by traction, b) subtrochanteric right femoral shortening osteotomy fixated with an angle plate and screws, c) bone union at osteotomy site after 3 months

unieruchomienia. Czas rozpoczęcia pełnego obciążania operowanej kończyny zawierał się w zakresie od 12 tygodni do 32 tygodni po operacji (średnia 19).

Nkd po operacji w pomiarze klinicznym wahała się od 0 cm do 3 cm (średnia 0,6). Pełną egalizację kończyn dolnych uzyskano u 13 chorych (72%). U pozostałych 5 chorych średnia nierówność kkd po zabiegu wyniosła 2,1 cm, przy czym we wszystkich przypadkach była ona zaplanowana (np. z powodu sztywności biodra) lub wynikała z założonych ograniczeń metody leczenia.

U 13 chorych zrost osteotomii uzyskano w okresie od 2,5 do 6 miesięcy (średnia 4,5 mies.). U pozostałych 5 obserwowano zaburzenia zrostu kostnego (zrost opóźniony, staw rzekomy, zagięcie osi) z przedłużonym okresem gojenia (Rycina 2). Materiał zespalający w okresie obserwacji usunięto, u wszystkich z wyjątkiem jednego chorego, po okresie od 2 miesięcy do 2 lat i 11 miesięcy (średnia 1 rok i 5 miesięcy) od operacyjnego skrócenia kończyny.

Powikłania pooperacyjne obserwowano u 5 chorych (28%) i przedstawione zostały w Tabeli 2. Wszystkie powikłania polegały na zaburzeniach zrostu kostnego: zrostie opóźnionym z zagięciem osi (2) lub bez (1) oraz stawie rzekomym (2). Dodatkowo, w przypadku jednego stawu rzekomego współistniała infekcja kości.

Wynik leczenia dobry osiągnięto u 15 chorych (83%). U 11 spośród nich osiągnięto pełną egaliza-

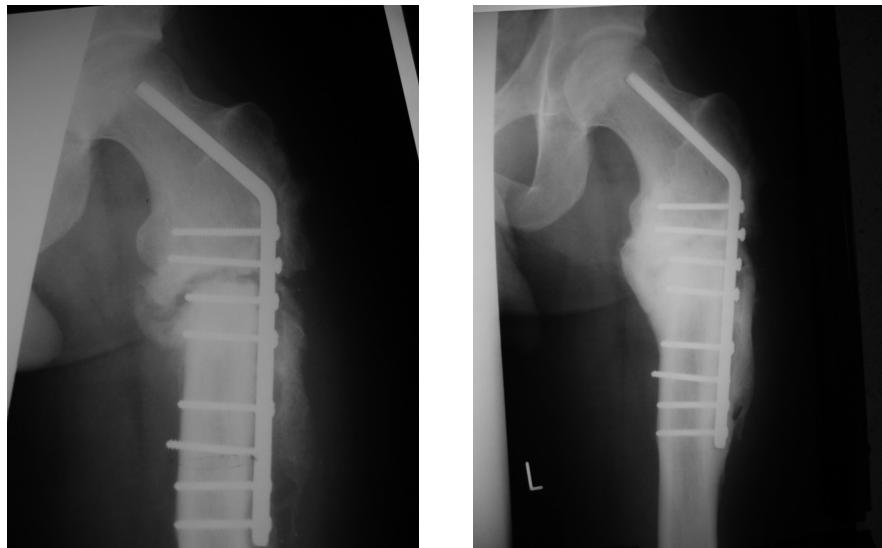
ed between 12 and 32 weeks post-surgery (mean: 19 weeks).

Post-operative LLD according to clinical measurement ranged from 0 cm to 3 cm (mean: 0.6 cm). Full lower limb equality was achieved in 13 patients (72%). Average post-operative LLD in the remaining 5 patients was 2.1 cm and was the intended result in all those patients (e.g. due to hip rigidity) or resulted from the assumed limitations of the treatment method.

Bone union at the osteotomy site was achieved between 2.5 and 6 months (mean: 4.5 months) in 13 patients, while the remaining patients experienced disorders of bone union (delayed union, pseudarthrosis, axial angulation) and prolonged healing (Fig. 2). The fixators were removed during the follow-up period in all patients except one at 2 months to 2 years and 11 months (mean: 1 year and 5 months) after the limb shortening procedure.

Post-operative complications occurred in 5 patients (28%) and are presented in Table 2. All complications were disorders of bone union: delayed union with (2) or without angulation of the axis (1) and a pseudarthrosis (2). There was also an infection accompanying one case of pseudarthrosis.

Good treatment results were achieved in 15 patients (83%), with full limb length equality achieved in 11 of them. The outcomes of another 4 patients were classified as good despite the fact that limb length equality had not been achieved because the



Ryc. 2. a) Chory 1. 24 z pourazowym wydłużeniem lewej kości udowej (4 cm), 4 miesiące po osteotomii skracającej podkrtarzowej – brak zrostu, b) zrost osteotomii po 11 miesiącach od operacji

Fig. 2. a) Post-traumatic lengthening of femur (4 cm) in a 24-year-old male, non-union at 4 months after subtrochanteric shortening osteotomy, b) bone union at osteotomy site at 11 months post-surgery

Tab. 2. Wystąpienie powikłań pooperacyjnych i wpływ na wynik leczenia  
Tab. 2. Post-surgery complications and their impact on treatment outcomes

Lp./ No.	Powikłanie / Complication	Rozpoznanie / Diagnosis	Leczenie / Treatment	Wynik / Result
5	obluzowanie zespolenia, zrost opóźniony i zagięcie osi (varus 40°)/ fixation loosening, delayed healing, axial deviation (varus 40°)	choroba Recklinghausena / von Recklinghausen disease	chory zmarł 6 mies. po operacji z powodu powikłań ogólnych ch. Recklinghausena / died 6 months postop. due to general complications of main diagnosis	zły / poor
8	staw rzekomy / pseudoarthrosis	hypoplazja kości udowej / femur hypoplasia	operacyjne: stabilizacja aparatem Ilizarowa / surgical: Ilizarov fixation	zły / poor
11	infekcja, staw rzekomy septyczny / infection, septic pseudoarthrosis	torbiel tętniakowa / aneurysmal bone cyst	operacyjne: stabilizacja fiksatorem zewnętrznym (EBI) / surgical: external fixation (EBI)	zły / poor
14	zagięcie osi (varus 5°), opóźnienie zrostu / axial deviation (varus 5°), delayed healing	wrodzona stopa końsko-szpotawa / CTEV	zachowawcze: przedłużenie odciążania kończyny / conservative: prolonged non-weight bearing	dobry / good
17	opóźniona przebudowa zrostu kostnego / delayed healing	nierówność kkd pourazowa / posttraumatic leg length discrepancy	zachowawcze: przedłużenie odciążania do 12 miesięcy / conservative: prolonged non-weight bearing (12 months)	dobry / good

ej. Kolejnych 4 chorych zakwalifikowano do wyniku dobrego pomimo tego, że nie uzyskano egalizacji, ponieważ początkowa nierówność przekraczała możliwości metody (od 5 do 7 cm). Celem leczenia u tych chorych było tylko zmniejszenie nierówności, a nie wyrównanie kończyn.

Wyniku zadowalającego nie uzyskano u żadnego chorego.

Wynik zły odnotowano u 3 chorych. U jednego z nich wystąpiło powikłanie pozostawiające trwałe zagięcie osi uda ( $40^\circ$  szpotawości) – chory zmarł w wy-

baseline discrepancy exceeded the method's possibilities (from 5 to 7 cm). The aim of the treatment of the patients was to reduce the discrepancy rather than equalising the limbs.

None of the outcomes were classified as fair.

The outcomes of 3 patients were classified as poor. One of those patients developed a complication which produced permanent angulation of the thigh axis ( $40^\circ$  of varus deformity). The patient died as a result of complication of von Recklinghausen disease. In two other patients, a pseudarthrosis at the osteotomy site

niku powikłań choroby Recklinghausena. U dwóch kolejnych wystąpienie stawu rzekomego w miejscu osteotomii (1 septyczny) wymagało reoperacji z zastosowaniem fiksatora zewnętrznego.

### Analiza wyników

Analizę powikłań przeprowadzono w trzech grupach wiekowych: poniżej 15 lat, od 15 do 19 lat i powyżej 19 lat. W najmłodszej grupie wiekowej nie wystąpiły żadne powikłania. Spośród 8 chorych ze środkowej grupy wiekowej powikłania wystąpiły u 3 (38%). Powikłania w grupie najstarszej wystąpiły u 2 spośród 7 osób (29%). W celu zbadania związku statystycznego wieku i występowania powikłań posłużono się testem U-Manna Whitney'a. Nie wykazano istotnej zależności ( $Z = -0,69$ ;  $p = 0,50$ ).

W analizie oceny wyniku zwraca uwagę fakt, że wszystkie złe wyniki spowodowane były wystąpieniem powikłań w postaci zaburzeń zrostu kostnego (szpotawe zagięcie osi, staw rzekomy – wymagające reoperacji), a nie niedokorygowaniem czy utratą korekcji nkd. Zaskakuje również fakt, że wszystkie te przypadki wystąpiły w środkowej grupie wiekowej (15-19 lat), a nie starszej, u której można by spodziewać się gorszego potencjału zrostu. Wytlumaczeniem tej obserwacji może być zastosowanie śrub ciągnących u wszystkich chorych z najstarszej grupy wiekowej, podczas gdy w obu młodszym grupach zastosowano je jedynie u dwóch chorych. Sugeruje to istotną rolę zastosowania śrub ciągnących dla stimulacji zrostu kostnego u chorych powyżej 15 roku życia. Z tego powodu poddano analizie wpływ obecności śrub ciągnących na pojawienie się pooperacyjnych powikłań. W przypadku 8 chorych, u których nie zastosowano śrub ciągnących, powikłania wystąpiły u 2 (25%). Spośród 2 chorych z dwoma śrubami ciągnącymi powikłania wystąpiły u 1 osoby. W przypadku zastosowania 1 śruby ciągnącej (6 chorych), powikłanie pojawiło się u 1 (17%). U 2 chorych do stabilizacji wykorzystano blaszkę prostą i u jednej z nich wystąpiło powikłanie pooperacyjne. Ocenie statystycznej poddano zależność między zastosowaniem śruby ciągnącej a wystąpieniem powikłań. Posłużono się testem dokładnym Fishera i nie wykazano istotnej zależności ( $p=0,62$ ). Kolejnej analizie poddano wpływ obecności śrub ciągnących na osiągnięty wynik leczenia. Wynik leczenia zły odnotowano u 3 osób. W przypadku 2 pacjentów nie zastosowano śruby ciągnącej, a u jednej zastosowano blaszkę prostą. Celem zbadania istotności statystycznej pomiędzy obecnością śrub ciągnących a klasyfikacją wyniku leczenia, wykorzystano test dokładny Fishera, który nie wykazał istotności statystycznej różnic ( $p=0,21$ ).

(1 septic) required a revision surgery with the use of an external fixator.

### Analysis of results

The analysis of complications was carried out in three age groups: below 15 years, from 15 to 19 years, and above 19 years. No complications occurred in the youngest age group. Out of the 8 patients in the middle age group, complications occurred in 3 (38%). Complications in the oldest group occurred in 2 out of 7 persons (29%). The Mann-Whitney U test was used to identify statistical correlations between age and the occurrence of complications. No significant correlation was found ( $Z = -0.69$ ;  $p = 0.50$ ).

An important finding in the analysis is that all poor outcomes were caused by the occurrence of complications in the form of bone union disorders (varus axis angulation and pseudoarthrosis requiring revision surgery) rather than by insufficient correction or loss of correction of LLD. It is also surprising that all those cases occurred in the middle age group (15-19 years), and not among the older patients, in whom one could expect inferior bone union potential. A possible explanation of this observation may be the use of lag screws in all patients from the oldest age group, while in both younger groups lag screws were used only in two patients. This suggests a significant role of lag screws in the stimulation of bone union in patients above 15 years of age. Accordingly, we analysed the effect of the presence of lag screws on the occurrence of post-operative complications. In the 8 patients in whom lag screws were not used, complications occurred in 2 persons (25%). Out of 2 patients with two lag screws, complications occurred in one. Where one lag screw was used (6 patients), complications occurred in one patient (17%). A straight plate was used for stabilisation in 2 patients and a post-operative complication occurred in one of them. The correlation between the use of a lag screw and the occurrence of complications was analysed statistically with Fisher's exact test and no significant correlation was found ( $p=0.62$ ). Next, the effect of the presence of lag screws on the treatment result was analysed. A poor treatment result was noted in 3 persons. Two of them did not receive lag screws and a straight plate was used in one person. Fisher's exact test was used to examine the correlation between the presence of lag screws and the treatment result and did not indicate statistical significance of the differences ( $p=0.21$ ).

## DYSKUSJA

### Rodzaj stabilizacji osteotomii

W literaturze można spotkać wiele rodzajów stabilizacji wewnętrznej osteotomii skracającej kości udowej. Poza szczególnymi technicznymi różnią się one w istotny sposób przebiegiem usprawniania w okresie pooperacyjnym. W 1949 roku został opracowany przez Thorntoną specjalny gwóźdź Smith-Petersena z dodatkową płytą krętarzową. Taki sposób leczenia wymagał od chorego bardzo długiego okresu usprawniania i leżenia przez 10-12 tygodni, bez stosowania opatrunku gipsowego [5]. Metoda osteotomii skracającej skośnej stabilizowanej 3 śrubami analizowana przez Ruszkowskiego wiąże się, w jego opinii, ze zbyt długim okresem obciążania kończyny (6 tygodni gipsu biodrowego, częściowe obciążanie po 12 tygodniach, pełne obciążanie dopiero po 19 tygodniach) [6]. Nordsletten i współautorzy w przypadku osteotomii typu „Z” stosowali pełne obciążanie dopiero po 4 miesiącach [7]. Kołban i Królewski nie stosowali unieruchomienia w gipsie, ale zakaz obciążania kończyny obejmował okres od 2 do 4 miesięcy (średnia 3 miesiące) [8].

Osteotomię skracającą podkrtarzową ze stabilizacją blaszką kątową opisywał Szepesi i wsp., podkreślając fakt możliwości wykonania jednoczesnej zmiany kąta szyjkowo-trzonowego i kąta antetorsji w czasie tej samej procedury operacyjnej. Okres odciążania kończyny poprzez chodzenie o kulach był w ich materiale bardzo krótki (4 tygodnie), po którym wykonywano kontrolne rtg i zezwalano na pełne obciążanie, jednak wiek chorych w ich materiale był nieco niższy, a średnia wielkość skrócenia nie przekraczała 3 cm [9].

Metodą stabilizacji, która pozwala na najwcześniejsze uruchomienie chorego po operacji osteotomii skracającej jest zespolenie gwoździem śródspikowym. W tej metodzie nie stosuje się opatrunku gipsowego, a pełne obciążanie kończyny jest możliwe już po 6 tygodniach od operacji [10].

### Powikłania

W analizowanym materiale 18 chorych leczonych osteotomią skracającą kości udowej z zespołem blaszką, powikłania wystąpiły u 28%. Najczęściej występującym powikłaniem było opóźnienie zrostu kostnego. W przypadku chorych, u których nie zastosowano śrub ciągnących, odsetek powikłań był większy w porównaniu z chorymi, u których zastosowano jedną lub dwie śruby ciągnące. Z uwagi na małą liczebność grup, nie wykazano istotności statystycznej tej różnicy. Nie znaleziono innych doniesień analizujących ten

## DISCUSSION

### Type of osteotomy stabilisation

Many types of internal stabilisation for femoral shortening osteotomy have been presented in the literature. Apart from technical details, one significant difference between them is the course of post-operative rehabilitation. A special Smith-Petersen nail with an additional subtrochanteric plate was devised by Thornton in 1949. This method of treatment required from a patient a very long period of rehabilitation and remaining in bed for 10-12 weeks without the use of a plaster cast [5]. The method of oblique shortening osteotomy stabilised by 3 screws as analysed by Ruszkowski necessitates, in his opinion, a too long period of limb unloading (6 weeks in a hip plaster cast, with partial loading after 12 weeks and full loading only after 19 weeks) [6]. Nordsletten and others used full loading only after 4 months following a “Z” type osteotomy [7]. Kołban and Królewski did not use plaster immobilisation but weight-bearing was prohibited for 2-4 months (mean: 3 months) [8].

Shortening subtrochanteric osteotomy with stabilisation with an angle plate was described by Szepesi et al., emphasising the possibility of changing the neck-shaft angle and anteversion angle simultaneously during the same procedure. The period of limb unloading (crutches) was very short in their series (4 weeks). A follow-up radiograph was obtained at the end of that period and full loading was allowed. However, the age of the patients in their series was a little lower and the average amount of shortening did not exceed 3 cm [9].

A method of stabilisation which allows for the shortest immobilisation time after a shortening osteotomy is fixation with an intramedullary nail. No plaster cast is used in this method and full loading of the limb is possible as soon as 6 weeks after the surgery [10].

### Complications

In the group of 18 patients treated by femur shortening osteotomy fixated with a plate, complications occurred in 28%. The most common complication was delayed bone union. In who did not receive lag screws, the complication rate was higher as compared to patients who received one or two lag screws. This difference was not statistically significant as the groups were small-sized. While no other studies analysing this aspect of complication risk assessment were found, Szepesi et al., using the same kind of

aspekt oceny ryzyka powikłań, jednak Szepesi i wsp., stosując ten sam rodzaj stabilizacji, nie odnotował żadnych powikłań, co może być wynikiem standardowego stosowania zespolenia według zasad AO, z użyciem śrub ciągnących w bliższym odłamie osteotomii [9].

W przypadku podkrętarzowej osteotomii skracającej kości udowej ze stabilizacją gwoździem śródspikowym, Koczewski i Shadi określili ryzyko powikłań na poziomie 21%. Powikłania w postaci opóźnienia zrostu kostnego wystąpiły u 3 chorych na 14 badanych [10]. Kenwright i Albinana w ocenie 37 chorych, powikłania odnotowali u 12 (32%), najczęściej w postaci utraty stabilizacji gwoździa [11].

### Efektywność leczenia

Jednoczasowa osteotomia skracająca jest ograniczona co do wielkości skrócenia kości udowej i waha się w naszym materiale w zakresie od 2,0 cm do 5,0 cm (średnia 3,6 cm). Hasler przyjmuje jako górną granicę resekcji nawet 6 cm [2]. Coppola i Mafuli oraz Bianco, przy większych nierównościach (powyżej 10 cm) proponują jednoczasowe zastosowanie osteotomii skracającej z wydłużeniem skróconej kończyny z zastosowaniem przeszczepu uzyskanego z osteotomii skracającej [3,4]. W przypadku badań Ruszkowskiego, przy osteotomii stabilizowanej 3 śrubami wielkość skrócenia kości wała się od 3,0 do 6,0 cm (średnia 4,6 cm) [6]. Z kolei Koczewski i Shadi opisując osteotomię skracającą kości udowej ze stabilizacją gwoździem śródspikowym, opisali resekcję kości od 1,5 cm do 6,0 cm (średnia 3,3 cm) [10]. W materiale Kenwright i Albinana, z tą samą metodą stabilizacji kości, wielkość skrócenia wahała się od 2,8 do 7,5 cm [11]. Szepesi i wsp. określając kryteria wyniku leczenia osteotomią skracającą ze stabilizacją blaszką kątową 14 chorych, przyjęli jako akceptowalne końcowe skrócenie 0,5 cm w przypadkach wyjątkowej nierówności do 3 cm, natomiast przy większych nierównościach (powyżej 3 cm) akceptowali nawet 1 cm skrócenia w ocenie końcowej [9].

### WNIOSKI

- Podkrętarzowa osteotomia skracająca kości udowej ze stabilizacją blaszką i śrubami, uwzględniając ograniczenie wielkości korekcji do 5-6 cm, jest efektywną metodą leczenia nierówności kończyn dolnych o stosunkowo niskim odsetkiem powikłań.
- Najczęstszymi powikłaniami podkrętarzowej osteotomii skracającej są zaburzenia zrostu kostnego.
- Zastosowanie śrub ciągnących przy stabilizacji osteotomii blaszką kątową może zmniejszyć ryzyko powikłań.

stabilisation, did not record any complications, which may be the result of the routine use of lag screws in the proximal fragment of osteotomy according to AO principles [9].

For subtrochanteric femoral shortening osteotomy with intermedullary nail stabilisation, Koczewski and Shadi established the risk of complications at 21%. Complications in the form of delayed bone union occurred in 3 out of 14 patients [10]. Kenwright and Albinana, in a study of 37 patients, recorded complications in 12 (32%), mostly in the form of the loss of nail stabilisation [11].

### Treatment efficacy

One-stage shortening osteotomy is limited as to the magnitude of femoral shortening. In our study, the amount of shortening ranged from 2.0 cm to 5.0 cm (mean: 3.6 cm). Hasler assumes as much as 6 cm as the maximum limit for resection [2]. Coppola and Mafuli, as well as Bianco suggest combining shortening osteotomy with same-time lengthening of the shortened limb using the transplant obtained from the shortening osteotomy in patients with greater discrepancies (more than 10 cm) [3,4]. In Ruszkowski's study, the amount of bone shortening in osteotomy stabilised with 3 screws ranged from 3.0 to 6.0 cm (mean: 4.6 cm) [6]. Koczewski and Shadi, on the other hand, who described femoral shortening osteotomy stabilised with an intramedullary nail, reported bone resection of 1.5-6.0 cm (mean: 3.3 cm) [10]. In Kenwright and Albinan's series and the same method of bone fixation, the amount of shortening ranged from 2.8 to 7.5 cm [11]. Szepesi et al., in their criteria for the outcome of treatment of 14 patients following shortening osteotomy with angle plate fixation, assumed as acceptable post-operative discrepancy of 0.5 cm in patients with baseline discrepancy of up to 3 cm, while in larger discrepancies (>3 cm) they even accepted 1 cm discrepancy at the final follow-up assessment [9].

### CONCLUSIONS

- Subtrochanteric femoral shortening osteotomy stabilised by a plate and screws, taking into consideration the limitation of possible correction to 5-6 cm, is an effective method of treatment of lower limb discrepancy with a relatively low complication rate.
- The most common complications of subtrochanteric shortening osteotomy are disorders of bone union.
- The use of lag screws for stabilisation of the osteotomy with an angle plate may reduce the risk of complications.

## PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Stanitski DF. Limb-length inequality: assessment and treatment options. J Am Acad Orthop Surg. 1999; 7: 143-153.
2. Hasler CC. [Leg length inequality. Indications for treatment and importance of shortening procedures]. Orthopade. 2000; 29(9): 766-74.
3. Coppola C1, Maffulli N. Limb shortening for the management of leg length discrepancy. J R Coll Surg Edinb. 1999; 44(1): 46-54.
4. Bianco AJ Jr. Femoral shortening. Clin Orthop Relat Res. 1978; (136): 49-53.
5. Thornton L. A method of subtrochanteric limb shortening. J Bone Joint Surg Am. 1949; 31A(1): 81-6.
6. Ruszkowski K. Skośna osteotomia podkrtarzowa w leczeniu nierównej długości kończyn dolnych, Chir Narz Ruchu Ortop Pol. 1993, 58: 22-25
7. Nordsletten L, Holm I, Steen H, Bjerkreim I. Muscle function after femoral shortening osteotomy at the subtrochanteric and mid-diaphyseal level, Arch Orthop Trauma Surg. 1994, 114: 37-39.
8. Kołban M, Królewski J. Wyrownanie długości kończyn przez skrócenie dłuższej kończyny, Chir Narz Ruchu Ortop Pol. 1994, 59: 298-301.
9. Szepesi K, Rigó J, Póti L, Szücs G. Treatment of leg length discrepancy by subtrochanteric shortening of the femur. J Pediatr Orthop. 1990; 10: 183-185.
10. Koczewski P, Shadi M. Podkrtarzowa osteotomia skracająca kości udowej z zespołem śróduszpiłowym w leczeniu nierówności kończyn dolnych, Pol Orthop Traumatol. 2012, 77: 65-71.
11. Kenwright J, Albinana J. Problems encountered in leg shortening, J Bone Joint Surg. 1991, 73-B: 671-675.

Liczba słów/Word count: 5321

Tabele/Tables: 2

Ryciny/Figures: 2

Piśmiennictwo/References: 11

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr n. med. Paweł Koczewski, Klinika Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej,  
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, ul. 28 Czerwca 1956 r.  
135/147; 61-545 Poznań, tel./fax: +48618310360 e-mail: koczewski@poczta.onet.pl

Otrzymano / Received  
Zaakceptowano / Accepted

25.02.2014 r.  
14.05.2014 r.