

# Gwoździe Fassier-Duval w zespalaniu śródszpicowym kości długich u dzieci. Zalety i komplikacje ich stosowania. Doniesienie wstępne

## Advantages and Complications Following Fassier-Duval Intramedullary Rodding in Children. Pilot Study

Jerzy Sułko<sup>(A,D,E)</sup>, Artur Oberc<sup>(B,C,F)</sup>

Oddział Ortopedyjno-Urazowy, Uniwersytecki Szpital Dziecięcy w Krakowie, Polska  
Orthopaedic & Trauma Department, University Children's Hospital in Kraków, Poland

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Celem niniejszej pracy jest przedstawienie własnych doświadczeń w stosowaniu gwoździ Fassier-Duval u dzieci oraz analiza wczesnych korzyści i powikłań

**Materiał i metody.** W okresie 15 miesięcy autorzy operowali dziesięciu dzieci wykonując u nich 18 procedur implantacji śródszpicowej gwoździa Fassier-Duval. W pięciu przypadkach była to procedura pierwotna, w pozostałych 13 dokonano wymiany pręta Rusha na gwóźdź Fassier-Duval.

**Wyniki.** Średni okres obserwacji wyniósł 18 miesięcy. Powikłania zaobserwowano u czworga pacjentów i były to: boczna migracja gwózdzia w obrębie dalszej nasady, migracja pręta męskiego poza nasadę – „negative telescoping”, wsteczna migracja pręta „męskiego” z nasady dalszej do przynasady oraz wsteczna migracja pręta „żeńskiego” poza masyw krętarza większego.

**Wnioski.** 1. Zastosowanie gwoździ Fassier-Duval umożliwia zmniejszenie ilości operacji na skutek uniknięcia wymiany gwózdzia wraz ze wzrostem dziecka. 2. Ograniczeniem dla wprowadzenia gwózdzia Fassier-Duval jest wymiar jamy szpikowej kości, a zatem wiek dziecka.

**Słowa kluczowe:** gwoździe Fassier-Duval, gwoździe teleskopowe, negative telescoping, wrodzona łamliwość kości, gwoździe rosnące

### SUMMARY

**Background.** The report presents the authors' experience with Fassier-Duval rods in children and an analysis of advantages and complications.

**Material and methods.** Over a period of 15 months, the authors operated on 10 children and 18 rod implantation procedures were performed. In five cases, the implantation was a primary procedure, while in the remaining 13 cases Fassier-Duval rods were used to replace short Rush rods.

**Results.** The mean follow-up was 18 months. Four children developed the following complications: lateral rod displacement within the distal epiphysis, male rod displacement outside the epiphysis („negative telescoping”), retrograde displacement of the male rod from the distal epiphysis to the metaphysis and retrograde displacement of the female element beyond the greater trochanter.

**Conclusions.** 1. FD rodding allows for decreasing the number of operations because the nails need not be replaced as the child grows older. 2. FD rod implantation is limited by the size of the medullary cavity of the bone, and thus the age of the patient.

**Key words:** Fassier-Duval rods, telescoping nails, negative telescoping, osteogenesis imperfecta, growing rods

## WSTĘP

Do zespolenia śródszpicowego kości długich u dzieci w przypadku wykonywania osteotomii korekcyjnych stosuje się najprostsze gwoździe Rusha lub bardziej złożone gwoździe teleskopowe. Takie gwoździe stosowane są głównie w leczeniu deformacji kości u dzieci z wrodzoną łamliwością kości, ale także innych chorób powodujących osłabienie struktury kości i ich deformacje (np. dysplazja włóknista kości) bądź w zespołach wrodzonych stawów rzeckomych podudzia.

Gwoździe Rusha wymagają wymiany na dłuższe, kiedy kość dziecka urośnie i gwóźdź staje się zbyt krótki. Gwoździe teleskopowe mają możliwość „wydłużania się” wraz ze wzrostem dziecka. Jedne z pierwszych gwoździ tego typu to gwoździe Bailey-Dubov. Następnie powstały ich odmiany – m.in. system Shefield [1-6]. Wymienione gwoździe wymagały rozleglejszych operacji – aby umieścić oba elementy gwoździa, należało je wprowadzić od dwóch końców kości (bliższego i dalszego), a zatem wykonać dodatkową artotomię.

Na początku XXI wieku do użycia wprowadzono nową generację gwoździ rosnących, nazwanych gwoździami Fassier-Duval. Obydwa jego elementy wprowadzane są od jednego końca kości i nie wymagają dodatkowej stabilizacji poprzecznej, gdyż tę stabilizację zapewnia umocowanie gwoździa w bliższym i dalszym końcu kości za pomocą gwintu umieszczonego na końcu każdego z dwóch elementów. Technika wprowadzania gwoździ Fassier-Duval jest przedstawiona w szczegółach na stronie internetowej [http://www.pegamedical.com/medias/iw/fassier-duval\\_surgical\\_techniques\\_en.pdf](http://www.pegamedical.com/medias/iw/fassier-duval_surgical_techniques_en.pdf).

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie własnych doświadczeń w stosowaniu tego zespolenia u dzieci oraz analiza wczesnych korzyści i powikłań w jego zastosowaniu.

## MATERIAŁ I METODY

Analizą objęto dzieci operowane tylko przez autorów pracy. Przeanalizowano dokumentację medyczną – karty ambulatoryjne, protokoły operacyjne, zdjęcia radiologiczne. Dokonano oceny długości trwania procedur implantacji gwoździa, ilości potrzebnych osteotomii zarówno przy pierwotnym zabiegu, jak i wymianie pręta Rusha oraz dawki promieniowania rentgenowskiego użytej przy zabiegu. Oceniano także dzieci w czasie kolejnych kontroli pooperacyjnych, zarówno klinicznie, jak i wykonując kontrolne zdjęcia radiologiczne. W sposób szczególny zebrano wiadomości odnośnie do powikłań i trudności w procedurze zabiegowej, jak i okresie pooperacyjnym.

## BACKGROUND

Intramedullary nailing of long bones in corrective osteotomies in children can be performed with the simplest Rush nails or more complex telescopic nails. Such nails are predominantly employed in treating bone deformities in children suffering from osteogenesis imperfecta, but also in patients with other conditions causing weakening of bone structure and bone deformities (e.g. fibrous bone dysplasia) or in fixation of congenital tibial pseudoarthroses.

Rush pins need to be replaced with longer nails as the bone grows and the pin becomes too short. Telescopic nails can “lengthen” as the child grows. Among the first nails of this type were the Bailey-Dubov rods, followed by variants of the nails, such as the Sheffield rods [1-6]. Those nails required more extensive surgery: to set both elements of the rod in place, they had to be introduced from the two bone ends (i.e. both proximally and distally), and thus, an additional arthrotomy had to be performed.

In the early 21st century, a new generation of self-extending rods was introduced. They were called Fassier-Duval rods (FD rods). Both elements of a FD rod are introduced from a single entry through one end of the bone and they do not require additional transverse stabilization, since such stabilization is provided by fixing the rod to the proximal and distal end of the bone by means of threaded screws at the end of either element. The technique of FD rodding is presented in detail on the website [http://www.pegamedical.com/medias/iw/fassier-duval\\_surgical\\_techniques\\_en.pdf](http://www.pegamedical.com/medias/iw/fassier-duval_surgical_techniques_en.pdf).

This report sets out to present the authors' experience with FD rodding in children and an analysis of early benefits and complications from this technique.

## MATERIAL AND METHODS

The analysis included only children operated on by the authors. Medical records analyzed included outpatient treatment records, surgical protocols and radiographic images. Assessment was made of the duration of rod implantation procedures, the number of osteotomies required during primary procedures and Rush rod replacement surgeries and the radiation dose for radiographic examinations performed during the procedures. The children were also evaluated at postoperative follow-up visits by means of clinical examinations and radiographs. Detailed information was collected on complications and difficulties encountered during the surgical procedure and in the postoperative period.

## WYNIKI

W okresie od marca 2013 roku do maja 2014 roku operowano 10 dzieci, stosując u nich gwoździe Fassier-Duval do zespolenia śródszpikowego. Łącznie wykonano 18 procedur wprowadzenia tych gwoździ do kości długich kończyn dolnych. Wszystkie zabiegi operacyjne były planowe i dotyczyły chorych z wrodzoną łamliwością kości, z wyjątkiem jednego chorego z dysplazją włóknistą kości.

W 5 przypadkach (u dwóch pacjentów) implantacja była zabiegiem pierwotnym, zaś w pozostałych 13 przypadkach (ośmiu chorych) dokonano wymiany zbyt krótkiego gwoździa Rusha na gwóźdź teleskopowy. U wszystkich chorych jednorazowo prowadzano zabieg operacyjny jednostronnej jednopoziomowej lub dwupoziomowej, tj. w obrębie uda i podudzia.

Wiek w chwili operacji wynosił średnio 6 lat, z tym, że w grupie dzieci operowanych pierwotnie wiek ten wyniósł 3,5 lat, a w grupie gdzie wymieniały gwoździe – 8,5 lat.

U wszystkich pacjentów korekcję osi kości dokonano na drodze osteotomii, a ich liczba wynosiła od jednej do trzech w obrębie pojedynczej kości. Średnia liczba osteotomii u chorych operowanych pierwotnie wyniosła 2,5, a w przypadku wymiany gwoździa – 1,75.

Średni czas zabiegu założenia jednego gwoździa wyniósł 92 minuty, zaś średnia dawka promieniowania jonizującego zmierzonego śródoperacyjnie wynosiła 65 cGy/cm<sup>2</sup> dla procedury założenia jednego gwoździa.

Nie wystąpiły żadne powikłania gojenia ran pooperacyjnych. U wszystkich uzyskano zrost kostny. Oś kości była prawidłowa. Okres obserwacji omawianych chorych wyniósł średnio 18 miesięcy. Komplikacje wystąpiły u 4 dzieci i opisujemy je poniżej.

Przemieszczenie gwoździa do boku w obrębie dalszej nasady kości, poza linię centralną (środek nasady) miało miejsce u jednego dziecka.

U kolejnego dziecka doszło do przemieszczenia dalszego końca gwoździa (część męska) poza nasadę kości, a zatem w obrębie stawu – skrócenia efektu teleskopowego („negative telescoping”) (Ryc. 1a, b). Ten chory wymagał reoperacji (Ryc. 1c).

U jednego dziecka doszło do wstecznego przemieszczenia się gwoździa (część męska), z nasady dalszej do przynasady – mimo prawidłowego umieszczenia w trakcie operacji potwierzonego na zdjęciu pooperacyjnym (Ryc. 2a, b, c, d). Pacjent ten nie wymagał aktualnie leczenia operacyjnego i pozostaje w okresowej kontroli.

## RESULTS

Between March 2013 and May 2014, the authors implanted FD rods in 10 children, performing a total of 18 procedures of implanting the rods into the long bones of the lower extremities. All the operations were non-emergency procedures and involved patients with osteogenesis imperfecta, except for one child with fibrous bone dysplasia.

In five cases (two patients), the implantation was a primary procedure, while in the remaining 13 cases (eight patients), telescopic nails replaced too short Rush rods. In all patients, unilateral procedures were performed at one or two levels, i.e. involving the thigh and the lower leg.

The mean age at surgery was 6 years (3.5 years in the group of children subjected to primary procedures and 8.5 years in those undergoing nail replacement).

In all patients, bone axes were corrected by osteotomy, and the number of osteotomy procedures ranged from one to three within a single bone. The mean number of osteotomies was 2.5 in the patients undergoing primary procedures and 1.75 in those undergoing nail replacement.

It took a mean of 92 minutes to implant a single rod. The mean dose of intraoperative ionizing radiation was 65 cGy/cm<sup>2</sup> for the implantation of a single rod.

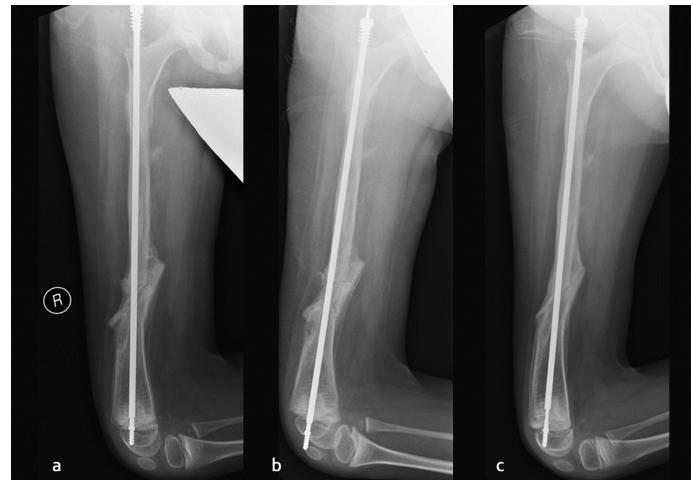
No complications in postoperative wound healing were noted. Bone union was achieved in all the patients with normal bone axes. The mean follow-up in the study group was 18 months. Complications were observed in four children and they are presented below.

Lateral rod displacement within the distal epiphysis beyond the central line (the epiphyseal center) was seen in one child.

In another child, the distal (male) end of the rod was displaced outside the epiphysis and into the joint, thus obliterating the telescopic effect („negative telescoping”) (Fig. 1a,b). The patient required repeat surgery (Fig. 1c).

In one patient, the male rod was retrogradely displaced from the distal epiphysis to the metaphysis, in spite of its being properly positioned during the surgery, which was confirmed by postoperative X-ray imaging (Fig. 2 a,b,c,d). The child did not require surgical treatment and has been attending regular follow-up visits.

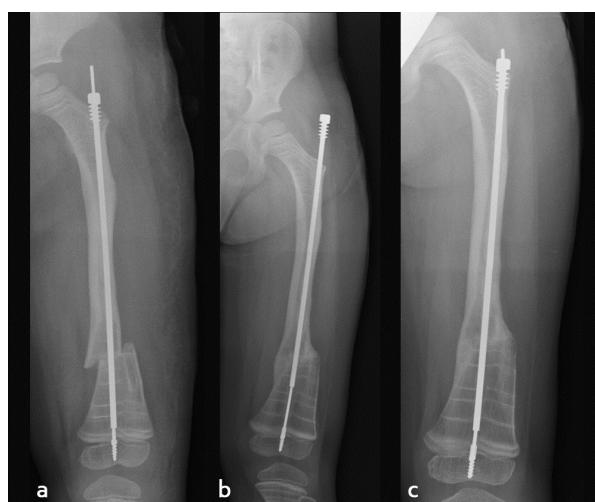
In another child we noted retrograde displacement of the female element beyond the greater trochanter (Fig. 3a,b). The patient also required repeat surgery (Fig. 3c).



Ryc. 1. Powikłanie typu „negative telescoping” (a – pierwotna stabilizacja, b – obraz „negative telescoping”, c – stan po reoperacji)  
Fig. 1. “Negative telescoping” complication (a – primary implantation, b – negative telescoping effect, c – after reoperation)



Ryc. 2. Migracja gwoździa „męskiego” z dalszej nasady do przynasady (a,b – obraz tuż po implantacji; c,d – obraz po 2 miesiącach)  
Fig. 2. Retrograde displacement of male rod from the distal epiphysis to the metaphysis (a,b – directly after implantation; c,d – after 2 months)



Ryc. 3. Migracja wsteczna gwoździa „żeńskiego” poza masyw krętarza większego (a,b – obraz tuż po implantacji, c – obraz po 2 miesiącach, c – obraz po reoperacji)  
Fig. 3. Retrograde displacement of female element beyond the greater trochanter (a,b – directly after implantation, c – after 2 months, c – after reoperation)

Także u jednego dziecka zaobserwowano przemieszczenie się elementu żeńskiego wstecznie poza krętarz większy (Ryc. 3a, b). Również ten chory wymagał reoperacji (Ryc. 3c).

## DYSKUSJA

Gwoździe Fassier-Duval tworzą istotny postęp w implantowaniu gwoździ tzw. rosnących u dzieci. Ich podstawowa przewaga nad wcześniej stosowanymi zespołami polega na sposobie wprowadzenia tylko z jednego końca kości oraz technice stabilizacji wykorzystującej gwintowanie końca gwoździa, co ma zapewnić stabilizację w obrębie kości. Wprowadzenie gwoździa od jednego tylko końca kości zmniejsza rozległość zabiegu operacyjnego i pozwala uniknąć dodatkowej artrotomii stawu kolanowego w przypadku stabilizacji kości udowej lub artrotomii stawu skokowego górnego przy stabilizacji kości piszczelowej.

Gwoździe Fassier-Duval mają przewagę nad innymi typami gwoździ teleskopowych, bowiem budowa wykorzystująca gwintowanie ich końców, pozwala uniknąć poprzecznego blokowania – gwint wkręcany w koniec kości stabilizuje gwoźdź.

Dzięki zastosowaniu „gwoździ rosnących wraz z dzieckiem” unikamy kolejnych operacji polegających na wymianie zbyt krótkich gwoździ (Rush) na dłuższe.

Ograniczeniami do stosowania tego rodzaju gwoździ jest przede wszystkim średnica kości, a dokładniej szerokość jamy szpikowej. U dzieci z wrodzoną łamliwością kości jama szpikowa jest wąska – ze względu na budowę samego dziecka oraz z powodu specyficznego kształtu kości, która jest wąska w wymiarze czołowym i szeroka w wymiarze strzałkowym. Z tego powodu gwoździe Fassier-Duval nie jesteśmy w stanie, ze względu na jego rozmiar, wprowadzić do kości małego dziecka. Wprawdzie Ruck i wsp. informują o stabilizacji kości udowej już u 14-miesięcznego dziecka, ale wydaje się, że są to przypadki pojedyncze, tym bardziej, iż średni wiek w operowanej przez nich grupie wyniósł 4 lata [7]. Także autorzy australijscy podają informację o przeprowadzonej operacji u 3 dzieci w wieku 1,5 roku [8]. Średni wiek w całej grupie przez nich operowanej wyniósł 5 lat [8]. Należy pamiętać, że ograniczeniem dla wprowadzania gwoździ Fassier-Duval do kości jest ich rozmiar, bowiem najmniejsza średnica wynosi 3,2 mm.

W przypadku naszych chorych gwoździe Fassier-Duval stosowaliśmy u dzieci nieco starszych, a średni ich wiek to 6 lat. W większości naszych chorych dokonywaliśmy wymiany wcześniej zastosowa-

## DISCUSSION

The FD rods represent significant progress in implanting the so-called self-extending nails in children. Their fundamental advantage over the nailing systems previously in use lies in the technique of their introduction, involving one end of the bone only, and stabilization, which uses threads at the nail end to ensure stable nail positioning in the bone. Implanting the rod from one end of the bone reduces the extent of the operation and spares the patient an additional arthrotomy of the knee joint with femoral bone nailing or the ankle joint with tibial nailing.

FD rods are advantageous compared to other types of telescopic rods since their threaded-end design allows for avoiding transverse blocking as the threaded end screwed into the end of the bone stabilizes the nail.

Thanks to rods that “grow” as the child grows, subsequent operations consisting in replacement of too short nails (Rush) with longer ones can be avoided.

Using nails of this type is mainly limited by bone diameter and, more precisely, by the diameter of the medullary cavity. In children with osteogenesis imperfecta, the medullary cavity is narrow, which is associated with the patient’s stature, but is also due to the unique shape of the bone, which is narrow in its frontal dimension and wide in its sagittal dimension. For this reason, due to its size, the FD rod cannot possibly be implanted into the bone of a young child. Although Ruck et al. reported on nailing the femoral bone in a child as young as 14 months of age, it appears that such cases are isolated, the more so as the mean age in their group of surgical patients was 4 years [7]. Australian authors also described operations in three children aged 1.5 years [8], the mean age in the entire group they operated on being 5 years [8]. Importantly, implanting the FD rods into bones is also limited by rod size, since the smallest nail diameter is 3.2 mm.

In our study, FD rods were used in older children at the mean age of 6 years. In the majority of the patients, the procedures consisted in replacement of previously implanted Rush nails, while primary implantation of a Fassier-Duval rod was performed five times.

While analyzing the use of nails in children with osteogenesis imperfecta (OI), we would also like to present the principles of our management of such

nych gwoździ Rusha, natomiast pierwotnie gwóźdź Fassier-Duval wprowadziliśmy pięciokrotnie.

Analizując zastosowanie gwoździ u dzieci z wrodzoną łamliwością kości, chcieliśmy również naszkicować jakie jest nasze aktualne postępowanie lecznicze. Otóż u tych dzieci prowadzimy leczenie farmakologiczne za pomocą dożylnie podawanych bisfosfonianów oraz leczenie operacyjne, zwykle po ukończeniu 2 roku życia. Dotyczy to przede wszystkim dzieci z cięższymi postaciami wrodzonej łamliwości, u których występują duże deformacje kości długich, które uniemożliwiają przyjęcie pozycji pionowej nawet gdyby dziecko próbowało stawać. Operowanie tak małych dzieci polega na wykonaniu wielopoziomowych osteotomii zdeformowanych kości oraz ich zespolenia za pomocą śródszpikowo wprowadzonego gwoździa Rusha. Dysponując gwoździami Rusha o średnicy 2,4 do 3,0 mm mamy możliwość zespolenia nawet tak cienkich kości. Operowanie kończyn dolnych dzieci w wieku pomiędzy 2 a 3 rokiem życia, w naszym przekonaniu, nie tylko pozwala na korekcję osi, ale też zezwala na umożliwienie stawiania tych dzieci chociażby w czasie rehabilitacji. Ponadto ich operowanie zapobiega narastaniu deformacji kości, co nastąpiłoby zapewne bez leczenia operacyjnego. Ma też niebagatelny wpływ na psychikę, zarówno dzieci, jak i rodziców, zachęcając je do dalszych działań leczniczych. Ponadto uważamy, że bez porównania łatwiej jest wymienić później gwóźdź Rusha na gwóźdź Fassier-Duval.

Wracając do rozważań, nasze obserwacje wskazują, że istotnie „słabym momentem” operacji przy użyciu gwoździ Fassier-Duval jest etap, kiedy po wykonaniu osteotomii i prawidłowym ustawnieniu drutu prowadzącego musimy wycofać całość czasowej stabilizacji i wymienić na właściwy, czyli wprowadzić element męski gwoździa Fassier-Duval. Im więcej osteotomii, tym jest to trudniejsze. Przy pierwotnej korekcji dużych deformacji, jest to niezwykle trudne, a nawet przy wymianie gwoździa Rusha najczęściej jest konieczność wykonania więcej niż jednej osteotomii (Ryc. 4).

U jednego z dzieci gwóźdź przemieścił się do boku w obrębie dalszej nasady kości. Można to wiązać z brakiem precyzji operacyjnej, ale możliwe jest też jego przemieszczenie w obrębie słabszej nasady kości (w porównaniu do zdrowej, pełnowartościowej kości).

U jednego dziecka doszło do przemieszczenia dalszego końca gwoździa (część męska) poza nasadę kości, a zatem w obręb stawu (Ryc. 1). Zaobserwowaliśmy na zdjęciach radiologicznych, że w trakcie gojenia osteotomii korekcyjnej odłamy „nasunęły się na siebie” czyli innymi słowy doszło do kompresji

patients. OI patients receive pharmacotherapy of intravenous bisphosphonates and are treated surgically, usually when they are 2 years old. These principles are followed particularly in children with more severe forms of osteogenesis imperfecta, with significant deformities of long bones that do not allow the patient to assume the upright position even if the child attempted to stand up. The procedures performed in such young children involve multilevel osteotomies of the deformed bones and their fixation by means of an intramedullary Rush nail. We are able to unite even such thin bones as we have access to Rush nails with a diameter of 2.4 to 3.0 mm. In our opinion, lower extremity surgery in children aged between 2 and 3 years of life not only allows for correcting the bone axes, but also make it possible for the patients to assume the erect position, for example during rehabilitation procedures. Moreover, surgery prevents progressive deformities of the bones that would probably have occurred without operative treatment. Surgery also dramatically alters the attitude of both the children and their parents, encouraging them to attempt further therapeutic interventions. In addition, the authors believe that it is by far much easier to replace a Rush nail with a FD rod in later life.

Coming back to our discussion, our observations indicate that indeed a “weak point” of an FD rodding procedure is the stage when, following an osteotomy and proper positioning of the guide-wire, the entire temporary stabilization system has to be withdrawn and replaced with the final one (implantation of the male element of the FD rod). The level of difficulty increases with the number of osteotomies. Difficulty is very high with primary surgery in a child with significant deformities, and even when replacing a Rush nail, more than one osteotomy is usually necessary (Fig.4).

In one of our patients, the rod was displaced laterally within the distal epiphysis. This could have been associated with lack of surgical precision, but displacement within the weaker epiphysis (as opposed to normal, full-quality bone) might also have been the reason.

In another child, the distal (male) end of the rod was displaced beyond the epiphysis into the joint (Fig.1). As demonstrated by X-ray images, in the course of corrective osteotomy healing, the bone fragments overlapped or, in other words, the bone fragments were compressed, causing shortening of the bone. It also seems that the soft epiphysis did not provide enough of a barrier to the rod end penetrating the joint. Obviously, the child required a reoperation. A similar complication was described and illustrated by Birke et al., but it involved a child with a conge-



Ryc. 4. Dwie osteotomie korekcyjne podczas wymiany pręta Rusha na gwóźdź Fassier-Duval  
Fig.4. Two corrective osteotomies during replacement of Rush nail with FD rod

tych odłamów kostnych, a więc skrócenia kości. Wydaje się też, że miękka nasada kości nie stanowiła barierы przed przebiciem się końcówki gwoździa do stawu. To dziecko wymagało oczywiście reoperacji. Podobne powikłanie opisane jest i zobrazowane przez Birke i wsp., ale dotyczy dziecka z wrodzonym stawem rzekomym piszczeli, w przebiegu neurofibromatozy. W trakcie gojenia doszło do kompresji odłamów kości, skrócenia („negative telescoping”) i przebicia gwoździa do stawu skokowego [8].

U jednego dziecka doszło do wstecznego przemieszczenia się gwoździa, który przesunął się w trakcie rośnieienia kości z nasady dalszej do przynasady – mimo prawidłowego umieszczenia w trakcie operacji. Zdjęcie radiologiczne przedstawia prawidłową lokalizację gwoździa po pierwotnej operacji oraz jego przesunięcie, po blisko rocznym okresie obserwacji (Ryc. 2). Również tę komplikację tłumaczymy miękką, nieprawidłową strukturą kości, co nie pozwoliło się mocno zakotwiczyć gwintowanemu końcowi gwoździa. Podobne powikłania opisują również autorzy pozostałych doniesień dotyczących stosowania gwoździ FD [8,9,11].

Stosowanie gwoździ Fassier-Duval staje się coraz powszechniejsze, ale nadal liczba doniesień naukowych nie jest zbyt duża. Poza cytowanymi już powyżej, Esposito i Plotkin przedstawili poglądową pracę na temat leczenia wrodzonej łamliwości kości, w której skrótnie omówili stosowanie gwoździ FD [10]. W innej pracy oceniano wyniki funkcjonalne u dzieci z wrodzoną łamliwością kości leczonych bisfosfonanami i gwoździami FD, znajdując korzystne ich efekty pod każdym względem [7]. Opublikowano również opis przypadku z Bukaresztu, opisujący zastoso-

nital tibial pseudoarthrosis in the course of neurofibromatosis. Healing was complicated by compression of the bone fragments, shortening („negative telescoping”) and penetration of the nail to the ankle joint [8].

One child experienced retrograde displacement of the rod, which moved while the bone was growing from the distal epiphysis to the metaphysis, in spite of its being properly positioned during the original surgery. The X-ray image in Fig. 2 presents the proper postoperative location of the nail and its displacement after a follow-up of almost one year. This complication can be also explained by the soft, abnormal bone structure, which did not allow for adequate anchoring of the threaded rod end. Similar complications have also been described by other authors of reports on the use of FD rods [8,9,11].

FD rods are becoming increasingly popular, but the number of available papers continues to be limited. In addition to the above quoted authors, Esposito and Plotkin presented a review paper on the treatment of osteogenesis imperfecta where they briefly discussed the use of FD rods [10]. Another paper evaluated functional results in children with OI treated with bisphosphonates and FD rods, describing beneficial effects with regard to all aspects under analysis [7]. A case report from Bucharest described the use of a FD rod to unite the femoral bone in an 8-year old child with osteogenesis imperfecta [12].

wanie gwoździa FD w zespoleniu kości udowej u dziecka 8-letniego z wrodzoną łamliwością kości [12].

## WNIOSKI

1. Zastosowanie gwoździ Fassier-Duval stanowi postęp w technice leczenia dzieci rosnących, bowiem umożliwia zmniejszenie ilości operacji na skutek uniknięcia wymiany gwoździ wraz ze wzrostem dziecka.
2. Metoda wprowadzania gwoździ jest mimo wszystko wymagająca i nie jest obojętne doświadczenie operującego chirurga. Tak jak każda inna metoda, ta również jest obarczona ryzykiem możliwych komplikacji i powikłań.
3. Ograniczeniem dla wprowadzenia gwoździ Fassier-Duval jest wymiar jamy szpikowej kości, a zatem wiek dziecka. Wydaje nam się, że warto operować dzieci małe (2-3 rok życia) z deformacjami kości długich kończyn dolnych używając do zespolenia gwoździ Rusha, a następnie w odpowiednim momencie wymienić je na gwoździe Fassier-Duval.

## CONCLUSIONS

1. The use of the Fassier-Duval rodding system represents progress in the treatment of growing children, since it allows for decreasing the number of operations by avoiding the necessity of nail replacement as the child grows.
2. The technique for introducing the rod is, nevertheless, demanding and the experience of the surgeon is not without importance. As with any other method, the procedure is also associated with a risk of possible complications.
3. The FD rodding technique is limited by the size of the medullary cavity of the bone, and thus the age of the patient. In our view, it is worthwhile to operate on young children (2-3 years of life) with deformities involving the long bones of the lower extremities using Rush nails to achieve union and subsequently replacing them with FD rods at the proper time.

## PIŚMIENIĘTWO / REFERENCES

1. Marafioti RL, Westin GW. Elongating intramedullary rods in the treatment of osteogenesis imperfecta. *J. Bone Joint Surg.* 1977; 59-A (4): 467-72.
2. Gamble JG, Strudwick WJ, Rinsky LA, Bleck EE. Complications of intramedullary rods in osteogenesis imperfecta: Bailey-Dubow rods versus non-elongating rods. *J. Pediatr. Orthop.* 1988; 8 (6): 645-9.
3. Janus GJ, Vanpaemel LA, Engelbert RH, Pruijs HE. Complications of the Bailey-Dubow elongating nail in osteogenesis imperfecta: 34 children with 110 nails. *J. Pediatr. Orthop.* 1999; 8 (3): 203-7.
4. Karbowski A, Schwitalle M, Brenner R, Lehmann H, Pontz B, Wodsorfer O. Experience with Bailey-Dubow rodding in children with osteogenesis imperfecta. *Eur. J. Surg.* 2000; 160: 119-24.
5. Wilkinson JM, Scott BW, Clarke AM, Bell MJ. Surgical stabilisation of the lower limb in osteogenesis imperfecta using the Sheffield Telescopic Intramedullary Rod System. *J Bone Joint Surg Br.* 1998; 80 (6): 999-1004.
6. Nicolaou N, Bowe JD, Wilkinson JM, Fernandes JA, Bell MJ. Use of the Sheffield telescopic intramedullary rod system for the management of osteogenesis imperfecta: clinical outcomes at an average follow-up of nineteen years. *J Bone Joint Surg Am.* 2011; 93 (21): 1994-2000.
7. Ruck J, Dahan-Oliel N, Montpetit K, Rauch F, Fassier F. Fassier-Duval femoral rodding in children with osteogenesis imperfecta receiving bisphosphonates: functional outcomes at one year. *J Child Orthop.* 2011; 5(3): 217-24
8. Birke O, Davies N, Latimer M, Little DG, Bellemore M. Experience with the Fassier-Duval telescopic rod: first 24 consecutive cases with a minimum of 1-year follow-up. *J Pediatr. Orthop.* 2011; 31(4): 458-64.
9. Fassier F, Esposito P, Sponseller P, et al. Multicenter radiological assessment of the Fassier-Duval femoral rod. Presented at the 2006 POSNA Annual Meeting, San Diego, CA May 2 to 6. [http://n-med.com.pl/folders/Pega\\_article\\_7.pdf](http://n-med.com.pl/folders/Pega_article_7.pdf)
10. Esposito P, Plotkin H. Surgical treatment of osteogenesis imperfecta: current concepts. *Curr Opin Pediatr.* 2008 Feb; 20 (1): 52-7.
11. Fassier F, Esposito P, Smith P, Sponseller P, Sundberg S, Sussman M. Multicenter Radiological Assessment of the Fassier-Duval Femoral Rodding. The Pega Medical Clinical Report. Bioengineering services and products. Presented at the 9th International Conference on OI, June 13-16, 2005. Sheraton Barceló Hotel, Annapolis, Maryland. [http://n-med.com.pl/folders/Pega\\_article\\_4.pdf](http://n-med.com.pl/folders/Pega_article_4.pdf)
12. Bălănescu R, Ulici A, Rosca D, Topor L, Barbu M. Use of minimally invasive (percutaneous) Fassier-Duval telescopic rod on an 8 year old patient with Lobstein disease. *Chirurgia (Bucur)* 2013; 108(1): 120-5.