

# Przydatność badań ultrasonograficznych do oceny skuteczności repozycji złamań kości przedramienia u dzieci

Usefulness of ultrasound research to evaluate the effectiveness of repositioning forearm bone fractures in children

Arkadiusz Konieczny<sup>1</sup>, Jan Godziński<sup>2</sup>, Marzena Kozakiewicz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dolnośląski Szpital Specjalistyczny im. T. Marciniaka – Centrum Medycyny Ratunkowej we Wrocławiu

<sup>2</sup>Katedra i Zakład Medycyny Ratunkowej i Katastrof, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu

<sup>3</sup>Zakład Traumatologii i Medycyny Ratunkowej Wieków Rozwojowych, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu

■ Praca wpłynęła 19.04.2017 ■ Praca wpłynęła po korektach 25.05.2017

## STRESZCZENIE

**Cel pracy:** Ocena przydatności badań ultrasonograficznych do monitorowania repozycji złamań kości przedramienia u dzieci.

**Materiały i metody:** W pracy przeanalizowano 46 przypadków złamań kości przedramienia u dzieci w wieku od 4 do 17 lat. W trakcie repozycji badanie ultrasonograficzne było wykonywane wielokrotnie do momentu zobrazowania prawidłowego nastawienia odłamów kostnych. Prześwietlenie RTG zawsze dokumentowało obraz złamania przed i po repozycji, a tym samym stanowiło punkt odniesienia dla uzyskanych sonograficznie wyników.

**Wyniki:** W żadnym przypadku badania wyjściowego, w trakcie oraz podczas kontroli po repozycji złamania nie stwierdzono niezgodności pomiędzy obrazem ultrasonograficznym i radiologicznym.

**Wnioski:** Istnieją przesłanki, że technika badań ultrasonograficznych pozwoli zastąpić klasyczne badanie radiologiczne w trakcie repozycji złamań kości długich u dzieci, które należą do najczęściej występujących skutków urazów w wieku rozwojowym.

**SŁOWA KLUCZOWE:** USG ■ ZŁAMANIA KOŚCI ■ REPOZYCJA ZŁAMAŃ

## ABSTRACT

**Objectives:** Evaluation of ultrasound monitoring of the reduction of bone fractures in children.

**Materials and methods:** 46 cases of forearm fractures in children aged 4 to 17 years were analysed. Reduction was performed under ultrasound and the examination followed the course of reduction. Then the classical X-ray was performed to confirm and document the result of the reduction.

**Results:** Any discordances between the final ultrasound and the post reduction X-ray were not noticed.

**Conclusions:** It seems proved that the ultrasound is reliable method to monitor reduction of fractures of long bones in children, potentially replacing at least a part of X-rays.

**KEY WORDS:** ULTRASONIC ■ BONE FRACTURES ■ REDUCTION FRACTURES

## WSTĘP

Układ kostny dzieci znajduje się w stadium wzrostu, dlatego zagadnienie złamań kości należy traktować inaczej niż u osób dorosłych. Układ ten ulega ciągłym przemianom co jest główną cechą odróżniającą go od układu szkieletowego osób dorosłych. Najwyraźniejsze różnice dotyczą jego budowy, rodzaju uszkodzeń i procesów naprawczych oraz problemów diagnostycznych z tym związanych<sup>1</sup>.

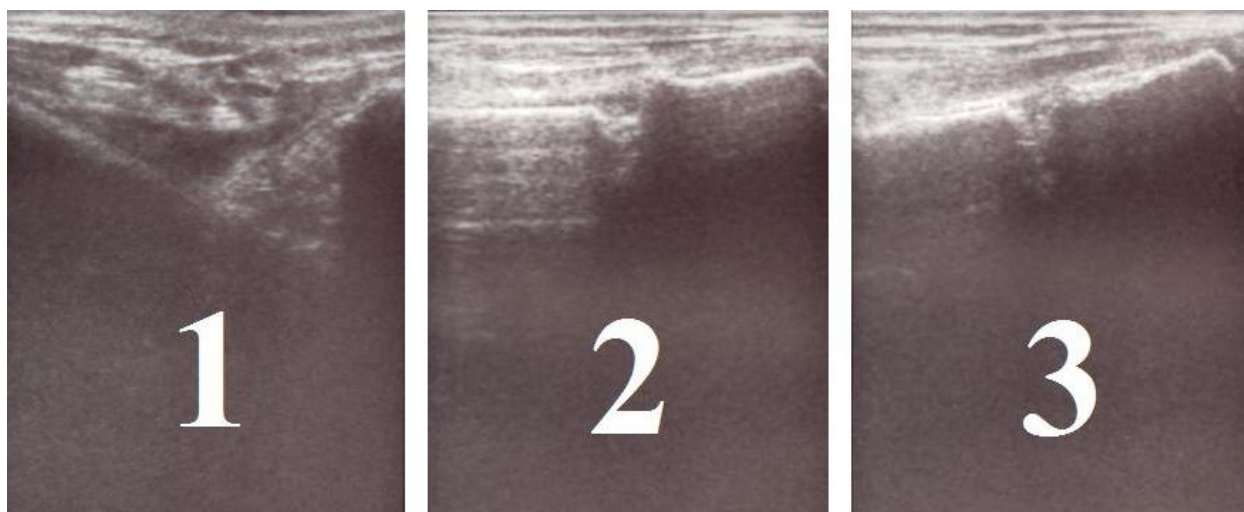
W okresie wzrostu kość jest bardziej porowata i bardziej podatna na złamania, ale jednocześnie bardziej dostępna badaniu ultrasonograficznemu ze względu na większą zawartość wody niż u osób dorosłych<sup>2</sup>. Dlatego badanie ultrasonograficzne dostarcza nam więcej informacji



## GŁÓWNE TEZY

1. Badanie ultrasonograficzne złamań kości przedramienia w urazach u dzieci koreluje z obrazem uzyskiwanym w badaniu radiologicznym.
2. Badanie ultrasonograficzne pozwala również na dokładną ocenę uszkodzeń tkanek miękkich do jakich dochodzi podczas złamania kości przedramienia u dzieci w porównaniu z badaniem radiologicznym.
3. Badanie ultrasonograficzne umożliwia dokładną kontrolę repozycji złamań kości przedramienia u dzieci.

u dzieci niż u osób dorosłych i może z powodzeniem być stosowane w obrazowaniu również układu kostnego.



**Rycina 1** USG złamania przynasad dalszych kk. przedramienia prawego – obraz postępu nastawienia złamania kości promieniowej. (1) – punkt wyjścia, (2) – obraz niepełnego nastawienia, (3) - obraz poprawnego, ostatecznego nastawienia złamania (materiał własny: chłopiec lat 15)

Podczas badania radiologicznego ekspozycja na promieniowanie jonizujące tkanek będących w fazie rozmnażania lub intensywnych procesów metabolicznych zwiększa w istotny sposób możliwość uszkodzeń ważnych struktur komórkowych w kości<sup>3</sup>. W przypadku zastosowania metody ultrasonograficznej tych negatywnych działań nie stwierdza się. Wyższość ultrasonografii nad diagnostyką radiologiczną jest wybitnie zauważalna w przypadku stosowania jej u dzieci. Dlaczego? Przede wszystkim diagnostyka USG nie wymaga całkowitego bezruchu tak jak podczas prześwietlenia RTG. Każdy lekarz mający do czynienia z dziećmi doskonale wie jak jest to ważne. Poza tym duże znaczenie mają takie cechy jak:

1. brak zagrożenia promieniowaniem jonizującym
2. dobra dostępność sprzętu
3. niższa cena sprzętu medycznego
4. mobilność sprzętu z możliwością wykonywania badań przy łóżku chorego

W świetle ogromnego rozwoju informatyki, która pozwala na uzyskiwanie coraz doskonalszych obrazów ultrasonograficznych mamy obecnie możliwości wiarygodnego i powtarzalnego badania złamań kości u dzieci. Dzięki technice problem silnego odbijania ultradźwięków na granicy tkanek miękkich i kostnych wydaje się dzisiaj znacznie mniej poważny niż w początkowych latach stosowania diagnostyki ultrasonograficznej<sup>2</sup>.

## CEL PRACY

W świetle tych faktów celowym jest analizowanie przydatności obrazowania ultrasonograficznego układu ruchu u dzieci podczas nastawiania złamań. Wizualna kontrola ustawienia odłamów kostnych podczas reponowania złamań jest bardzo pomocna w szybkim uzyskaniu prawidłowego nastawienia

złamania i jak do tej pory jest prowadzona jedynie z użyciem aparatu RTG z ramieniem „C”. Zatem skuteczne wykorzystanie badania USG do tego celu pozwoliłoby zredukować narażenie na promieniowanie „X” zarówno pacjentów jak i personelu medycznego. Celem pracy było wykazanie korelacji obrazów ultrasonograficznych z obrazem uzyskiwanym w badaniu radiologicznym co w przyszłości pozwoli zamienić radiologiczne monitorowanie repozycji złamań kości u dzieci na monitorowanie ultrasonograficzne.

## MATERIAŁY I METODY

Materiał do analizy zebrano na przestrzeni lat 2004–2011. W tym czasie przeprowadzono badania na grupie 46 dzieci w Oddziale Chirurgii Dziecięcej. Badanie dotyczyło pacjentów w wieku poniżej 18 roku życia. Najmłodsze dziecko miało 4 lata, najstarsze 17 lat. Badano wyłącznie przypadki przemieszczonych złamań w obrębie kości przedramienia, które zostały zakwalifikowane do repozycji na podstawie klasycznych badań radiologicznych.

Ze względu na specyfikę przedmiotu badań wszystkie przypadki złamań kości przedramienia były diagnozowane w trybie ostrego dyżuru. Również wszystkie zabiegi repozycji tych złamań przeprowadzono w trybie pilnym ponieważ takie złamania wymagają niezwłocznej interwencji chirurgicznej i zabieg nie może być odwlekany.

Klasyczna metoda obrazowania rentgenowskiego nie była pomijana tak aby nie podejmować ryzyka niewłaściwych repozycji przed uzyskaniem wiążących wyników prowadzonego badania klinicznego. Prześwietlenie radiologiczne zawsze dokumentowało obraz złamania przed i po repozycji, a tym samym stanowiło punkt odniesienia dla uzyskanych sonograficznie wyników.

Dzieci zgłaszające się w trybie ostrego dyżuru do izby przyjęć z powodu urazu przedramienia w pierwszej kolejności miały wykonane badanie RTG miejsca urazu. W przypadku stwierdzenia złamania lekarz badający określał typ złamania i kwalifikował do dalszego procesu leczenia. W przypadku złamań z przemieszczeniem dzieci były kwalifikowane do zabiegu repozycji złamania w znieczuleniu ogólnym. W tym celu były przyjmowane do oddziału. Po przygotowaniu zgodnym ze standardami znieczulane przez anestezjologa w warunkach bloku operacyjnego wykonywano zabiegi.

Podczas każdego zabiegu do dyspozycji był aparat RTG z ramieniem „C”, stały wgląd w klasyczne zdjęcia rentgenowskie wykonane wcześniej oraz aparat USG wyposażony w głowicę linearną 7,5 MHz.

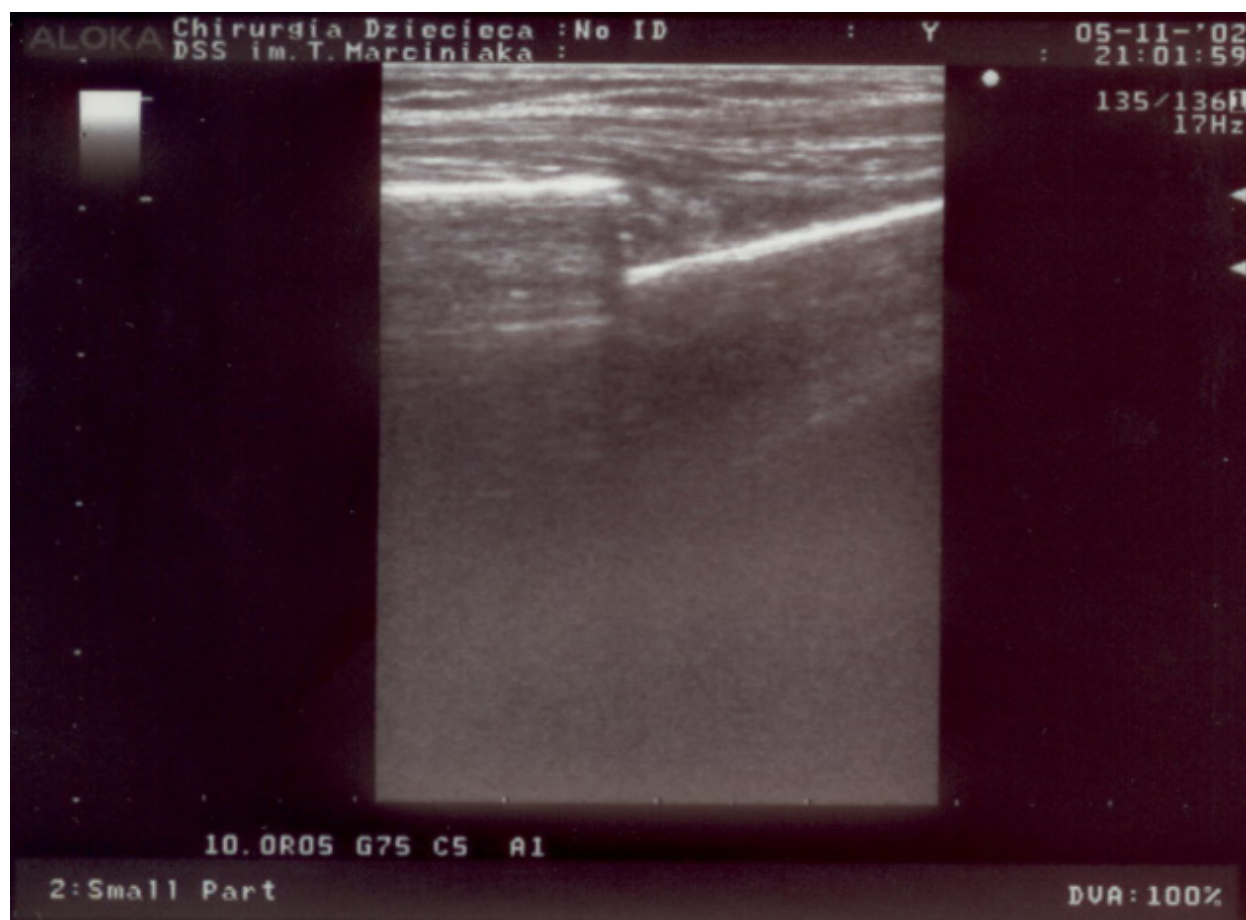
W warunkach bloku operacyjnego po usunięciu tymczasowego unieruchomienia kończyny i wykonaniu znieczulenia ogólnego, badano ultrasonograficznie okolicę złamania w celu zobrazowania odłamów kostnych. Badania USG były powtarzane do momentu uzyskania zadawalających obrazów USG sugerujących likwidację lub zadowalającą redukcję kąta pomiędzy odłamami oraz brak przemieszczeń wzglę-

dem siebie odłamów lub uzyskanie przemieszczenia do boku mniejszego niż grubość korówki.

W procesie badań wszyscy pacjenci przeszli jednocześnie pełne klasyczne postępowanie diagnostyczne złożone z radiogramu wykonanego przy przyjęciu (na jego podstawie ustalano rozpoznanie), wstępne badania fluoroskopowe przed repozycją z zastosowaniem aparatu RTG z ramieniem „C”, kolejnych powtórzeń badania fluoroskopowego pomiędzy próbami repozycji aż do zobrazowania poprawnego nastawienia odłamów kostnych oraz radiogramu wykonanego w unieruchomieniu gipsowym po wybudzeniu dziecka.

## WYNIKI

W pierwszych badaniach w obrazach ultrasonograficznych wykonanych podczas repozycji złamań uwagę zwróciło uzyskanie dodatkowych informacji o pozycji i ułożeniu okostnej, ścięgien i mięśni. Obrazuje to **Rycina 1** postępu procesu repozycji złamania, gdzie możemy swobodnie rozpoznać zarówno odłamy kostne jak i poszczególne elementy tkanek miękkich. Z kolei na **Rycinie 2** obraz ultrasonograficzny dostarcza jednoznacznej infor-



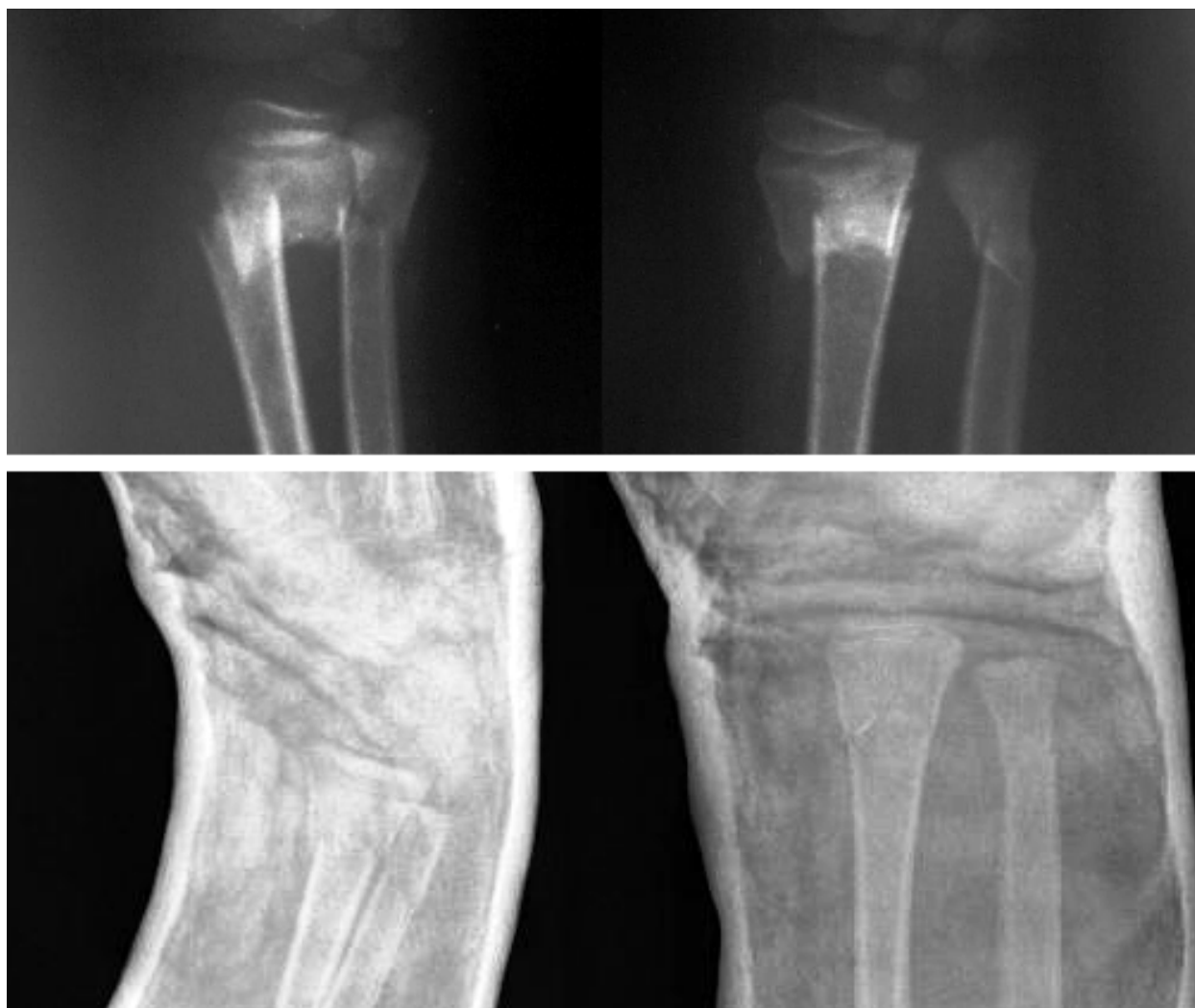
**Rycinia. 2** USG – wklinowanie tkanek miękkich w szczelinę złamania (materiał własny: chłopiec lat 13)

macji o wklonowaniu tkanek miękkich w szczelinę złamania, co w zestawieniu z faktem niemożności uzyskania prawidłowego nastawienia kości pomimo wielokrotnych prób pozwala szybko podjąć decyzję o konwersji i zespoleniu operacyjnym odłamów kostnych.

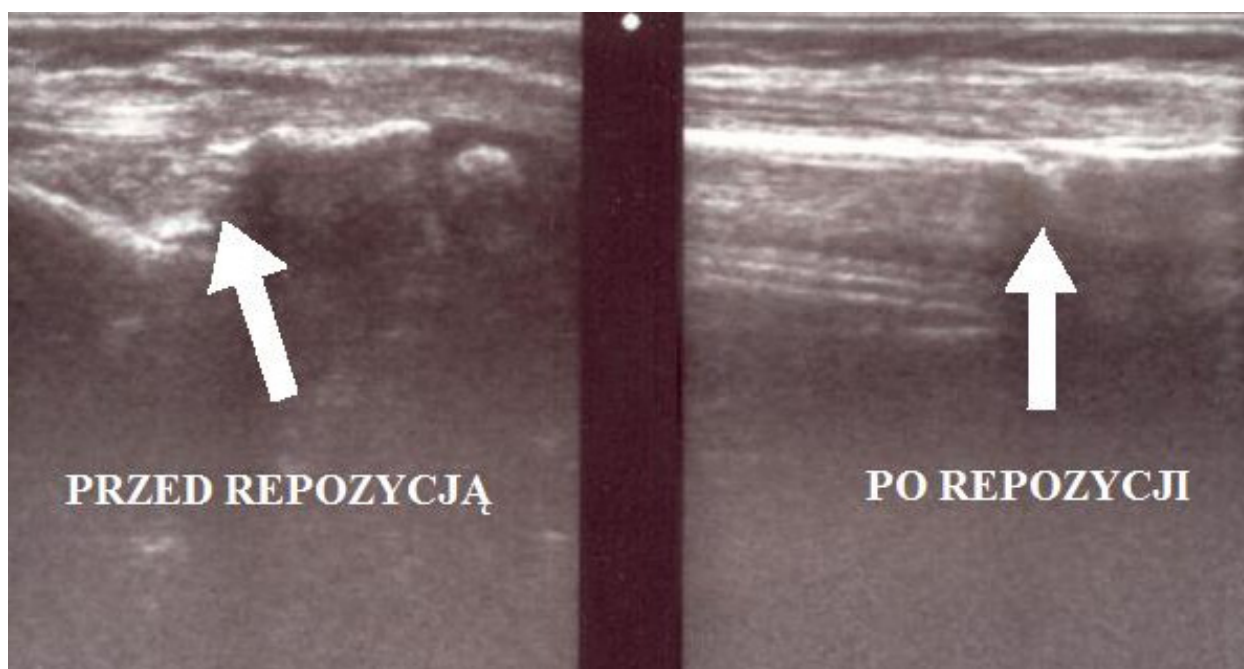
Każde przeprowadzone badanie pozwalało na szybką identyfikację i lokalizację odłamów kostnych co w 100% korelowało z obrazem radiologicznym uzyskanym przed zabiegiem. Przykładem dobrze obrazującym taką korelację są **Ryciny 3 i 4**. **Rycina 3** przedstawia obraz RTG przemieszczonego złamania przynasad dalszych obu kości przedramienia uzyskany przed i po zabiegu repozycji. Na **Rycinie 4** przedstawiono kość promieniową przed i po zabiegu repozycji u tego samego dziecka. Na tym przykładzie zarówno obraz RTG jak i USG pokazuje nam całkowite przemieszczenie odłamów kostnych w badaniach wyjściowych i prawidłowe nastawienie złamania w badaniach końcowych.

Łącznie analizie poddano 46 przypadków złamań kości przedramienia u dzieci w wieku od 4 do 17 lat. Dominowali chłopcy, których było 34, a dziewczynek 12. Rozpoznano 27 złamań w obrębie przynasady dalszej jednej lub obu kości przedramienia, 11 złamań trzonu jednej lub obu kości przedramienia oraz 5 przypadków złuszczeń nasady dalszej kości promieniowej.

Wstępne badania ultrasonograficzne były wykonywane bezpośrednio po usunięciu unieruchomienia tymczasowego w warunkach bloku operacyjnego gdy dziecko było już poddane znieczuleniu ogólnemu. W każdym z 46 przypadków badania wykazały przerwanie ciągłości kości i potwierdziły przemieszczenie kwalifikujące do podjęcia zabiegu repozycji złamania. W badanej grupie, 7 zabiegów skończyło się konwersją do zespolenia operacyjnego. 4 z nich z powodu nie uzyskania zadowalającego nastawienia i 3 z powodu niestabilności odłamów. W każdym przypadku obrazy ultrasonograficzne były zgodne z badaniami



**Rycina 3** RTG złamania przynasady dalszej kk przedramienia (powyżej), efekt repozycji złamania, RTG w unieruchomieniu gipsowym (poniżej) – (chłopiec lat 4)



**Rycina 4** USG złamania przynasady dalszej kości promieniowej (po lewej), efekt repozycji złamania (po prawej) – strzałki wskazują szczelinę złamania (chłopiec lat 4)

fluoroskopowymi. W pozostałych przypadkach końcowe skany ultrasonograficzne wykonane podczas zabiegu porównano z obrazem radiogramu wykonanego w unieruchomieniu gipsowym po wybudzeniu dziecka. Również te badania w każdym przypadku były zgodne.

## DYSKUSJA

W historii osteotraumatologii, już w 1999 roku Griffith z Chinese University of Hong Kong wykazał, że ultrasonografia jest w stanie udokumentować więcej złamań żeber niż badanie radiologiczne co potwierdza również Murat Kara z Turcji<sup>4,5</sup>.

Na przestrzeni lat po roku 2000 rozwój ultrasonografii doprowadził wręcz do stwierdzenia, że badania USG mogą dać lepszą wykrywalność złamań chrząstek żeber niż badania RTG, a nawet tomografia komputerowa<sup>6</sup>.

Prace badawcze prowadzone również na innych elementach układu kostnego, takich jak stopa, staw skokowy, rzepka, przedramię i ramię prezentują podobne wyniki badań. Zdecydowanie wykazują one w USG bardzo dobrą wykrywalność drobnych złamań po niewielkich urazach, które często w badaniach radiologicznych są niedostrzegalne<sup>4, 7-19</sup>.

Ackermann stwierdza, że ultrasonografia lepiej niż diagnostyka rentgenowska wykrywa i wyklucza złamania nasady bliższej kości ramieniowej<sup>16</sup>.

Praktyczne zastosowanie badań ultrasonograficznych w diagnostyce złamań kości długich opisywane jest również w warunkach bojowych, w krajach bliskiego wschodu, na terenach gdzie prowadzone są dzia-

łania wojenne, a także w warunkach kosmicznych. Podstawową przyczyną stosowania techniki ultrasonograficznej w tych warunkach jest jej duża dostępność dzięki mobilności aparatów USG. Podkreślany jest również brak szkodliwego działania promieniowania jonizującego wytwarzanego przez aparaty RTG, co ma duże znaczenie dla bezpieczeństwa personelu medycznego, który nie musi narażać siebie i pacjenta na promieniowanie jonizujące<sup>20-23</sup>.

Jakkolwiek entuzjastycznie brzmią wnioski wysnuwane z prowadzonych badań nad przydatnością ultrasonografii w diagnozowaniu skutków urazów układu ruchu, to takie podejście w warunkach polskich budzi kontrowersje. Przede wszystkim najczęściej uważamy, że diagnostyka ultrasonograficzna przeznaczona jest do obrazowania tkanek miękkich, a w układzie ruchu: mięśni i stawów. Ponadto nawet gdyby była możliwość zastosowania USG do oceny skutków urazu przedramienia w standardowych warunkach chirurgicznej izby przyjęć lub SOR to taka metoda, bez badania RTG, może nie być akceptowana przez pacjentów i większość personelu medycznego. Dlatego uważam, że bardzo istotne znaczenie ma popularyzacja w środowisku medycznym prac opisujących tę technikę i jej możliwości.

Rozpoczynając proces monitorowania repozycji złamań kości długich u dzieci badający miał okazję przekonać się o łatwości rozpoznania złamania, które można było zobrazować już na początku badania, co w opinii autora zdecydowanie potwierdza wnioski innych autorów prac na temat diagnostyki USG urazów i złamań układu ruchu.

## WNIOSKI

Obraz ultrasonograficzny uzyskiwany podczas reponowania złamań kości przedramienia u dzieci koreluje z obrazem radiologicznym.

Szybkie zlokalizowanie złamania przy użyciu ultrasonografii nie stanowi problemu.

Można w sposób wiarygodny interpretować obrazy uzyskiwane przez badanie ultrasonograficzne podczas repozycji złamań kości długich, a na ich podstawie można podejmować decyzję o kontynuowaniu reponowania złamań, zakończeniu reponowania lub konieczności konwersji do operacyjnego zespolenia odłamów kostnych.

Przedstawione badania pozwalają na podzielenie opinii, że metoda diagnostyki ultrasonograficznej nie ustępuje radiologicznemu badaniu w rozpoznawaniu złamań kości długich i monitorowaniu repozycji tych złamań.

Uwzględniając jednocześnie zalety ultrasonografii takie jak łatwa dostępność sprzętu, niższa jego cena, mobilność i brak promieniowania jonizującego, można zastanawiać się nad wprowadzeniem tej metody zamiast radiografii do wstępnej oceny układu kostnego po urazach oraz monitorowania repozycji złamań.

dr n. med. Arkadiusz Konieczny

✉ Dolnośląski Szpital Specjalistyczny im. T. Marciniaka – Centrum Medycyny Ratunkowej  
54-049 Wrocław, ul. Fiedorfa 2

konieczny@zdrowo.pl

## PIŚMIENNICTWO

- Oklot K. (red.): *Traumatologia Wieków Rozwojowego*. Warszawa, PZWL 1999.
- Kremer H, Dobrinski W (red.). *Diagnostyka ultrasonograficzna*. Wrocław, Urban & Partner 1996.
- Leszczyński S (red.). *Radiologia*. Warszawa, PZWL 1990.
- Kara M, Dikmen E, Erdal HH i wsp. Disclosure Of Unnoticed Rib Fractures With The Use Of Ultrasonography In Minor Blunt Chest Trauma. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2003;24:608-613.
- Griffith JF, Rainer TH, Ching AS i wsp. Sonography compared with radiography in revealing acute rib fracture. *American Journal of Roentgenology* 1999;173:1603-1609.
- Lee WS, Kim YH, Chee HK i wsp. Ultrasonographic evaluation of costal cartilage fractures unnoticed by the conventional radiographic study and multidetector computed tomography. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* DOI:10.1007/s00068-011-0117-2 Opublikowany online 25 Maj 2011. <http://www.springerlink.com/content/04102u6u7247t389>
- Dzierżęga M, Chmiel D, Sułko J i wsp. Diagnostyka Ultrasonograficzna w Złamaniach Kości Przedramienia u Dzieci. *Symposium Sekcji Chirurgii Urazowej i Medycyny Ratunkowej Polskiego Towarzystwa Chirurgów Dziecięcych*. Wrocław 19 listopada 2010.
- Feluś J, Kowalczyk B. Analysis of the sonographic patterns in Traumatic Patellar Dislocation. *Chirurgia Narządów Ruchu i Ortopedia Polska* 2008;73:15-21.
- Merkulov VN, Dorokhin AI, Sokolov OG i wsp. Diagnosis and treatment of tubular bone fractures complicated by defective consolidation of bone fragments in children and adolescents. *Vestnik Akademii Meditsinskikh Nauk SSSR* 2008;9:20-24.
- Feluś J, Kowalczyk B, Lejman T. Sonographic evaluation of the injuries after traumatic patellar dislocation in adolescents. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 2008;28:397-402.
- Marshburn TH, Legome E, Sargsyan A i wsp. Goal-Directed Ultrasound in the Detection of Long-Bone Fractures. *The Journal of Trauma* 2004;57:329-332.
- Hübner U, Schlicht W, Outzen S i wsp. Ultrasound in the diagnosis of fractures in children. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 2000;82:1170-1173.
- Kahl F, Tüshaus L, Wessel L. An ultrasound-based approach to assess pediatric distal forearm fractures. 6-th European Congress of Pediatric Surgery. Gdańsk 25-28 Maj 2005.
- Wang CL, Shieh JY, Wang TG i wsp. Sonographic Detection Of Occult Fractures In Foot And Ankle. *J Clin Ultrasound* 1999;27:421-425.
- Parmar BJ, Longsine W, Sabonghy EP i wsp. Characterization Of Controlled Bone Defects Using 2d And 3d Ultrasound Imaging Techniques. *Physics in Medicine and Biology* 2010;55:4839-4859.
- Ackermann O, Liedgens P, Eckert K i wsp. Ultrasound diagnosis of juvenile forearm fractures. *Journal of Medical Ultrasonics* 2010;37:123-127.
- Ackermann O. Sonographic diagnostics of proximal humerus fractures in juveniles. *Der Unfallchirurg* 2010;113:839-844.
- Ern-Yoong Wong C, Su-Yin Ang A, Kee-Chong Ng. Ultrasound as an aid for reduction of paediatric forearm fractures. *International Journal of Emergency Medicine* 2008;1:267-271.
- Patel DD, Blumberg SM, Crain EF. The Utility of Bedside Ultrasonography in Identifying Fractures and Guiding Fracture Reduction in Children. *Pediatric Emergency Care* 2009;25:221-225.
- McNeil CR, McManus J, Mehta S. The Accuracy Of Portable Ultrasonography To Diagnose Fractures In An Austere Environment.. *Informa Healthcare* 2009;13:50-52.
- Brooks AJ, Price V, Simms M i wsp. Handheld Ultrasound Diagnosis Of Extremity Fractures. *JR Army Med Corps* 2004;150:78-80.
- Al-Kadi AS, Gillman LM, Ball CG i wsp. Resuscitative Long-Bone Sonography For The Clinician: Usefulness And Pitfalls Of Focused Clinical Ultrasound To Detect Long-Bone Fractures During Trauma Resuscitation. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* 2009;35:357-363.
- Dulchavsky SA, Henry SE, Moed BR i wsp. Advanced Ultrasonic Diagnosis Of Extremity Trauma: The FASTER Examination. *The Journal of Trauma* 2002;53:28-32.