

Diagnostyka ultrasonograficzna w złamaniach podokostnowych kości przedramienia u dzieci

Ultrasonographic diagnostic management in subperiosteal antebrachial fractures in children

Maria Dzierżęga¹, Dariusz Chmiel¹, Wojciech Olipra², Jerzy Sułko²

¹Zakład Dziecięcej Medycyny Ratunkowej, *Collegium Medicum*, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie (Department of Pediatric Emergency Medicine, Jagiellonian University Medical College, Krakow, Poland)

²Oddział Ortopedii Dziecięcej Uniwersyteckiego Szpitala Dziecięcego w Krakowie (Pediatric Orthopedic Ward, University Children's Hospital of Krakow, Krakow, Poland)

Streszczenie

Wstęp: W pracy przedstawiono wyniki badań ultrasonograficznych w przypadkach złamań podokostnowych u dzieci, w zakresie nasad dalszych kości przedramion.

Materiał i metody: Na ogólną liczbę 241 pacjentów przebadanych z urazami przedramienia, u 71 stwierdzono ewidentne złamanie z przerwaniem okostnej, a 91 badań USG nie nosiło żadnych znamion złamania. U 79 pacjentów w badaniu USG stwierdzono łamanie podokostnowe. W tym ostatnim przypadku zaobserwowano trzy charakterystyczne typy obrazowania USG: schodek, wybrzuszenie i ugięcie. Wszystkie złamania zdiagnozowane techniką obrazowania USG zostały potwierdzone w obrazach radiograficznych.

Wnioski i dyskusja: Na podstawie własnych doświadczeń autorzy podkreślają dużą skuteczność i przydatność badania ultrasonograficznego w diagnostyce złamań przedramienia u dzieci.

Słowa kluczowe: ultrasonografia, złamania podokostnowe, przedramię, pediatria

Chirurgia Polska 2011, 13, 2, 107-111

Abstract

Introduction: The report presents the results of ultrasonography (USG) performed in cases of subperiosteal fractures in children involving the distal epiphysis of the antebrachium.

Material and methods: Of the total number of 241 examined patients with antebrachial injuries, 71 demonstrated evident fractures with periosteal rupture, while 91 USG images did not show any signs of fractures. On the other hand, in 79 patients, subperiosteal fractures were observed (Table 1).

Results and discussion: In the latter children, three characteristic groups of USG images were noted, namely these involving the step-off, the bulge and the deflection deformities. All the fractures diagnosed by ultrasonography were confirmed by X-ray images.

Key words: ultrasonography, subperiosteal fractures, antebrachium, pediatrics

Polish Surgery 2011, 13, 2, 107-111

Wstęp

Technika obrazowania ultrasonograficznego (USG) ma już swoje utrwalone miejsce w medycynie ratunkowej. Ultrasonografia jest powszechnie stosowana w roz-

Introduction

The technique of ultrasound imaging (US) has a well-established place in emergency medicine and is commonly employed in detecting damage to parenchymal

poznawaniu obrażeń narządów mięszowych, na przykład wątroby lub śledziony. Pod kontrolą USG wykonuje się zabiegi implantacji cewników donaczyniowych, usuwania ciał obcych z tkanek miękkich czy odbarczania ropni. Olbrzymie zainteresowanie środowiska medycznego techniką USG wynika z takich jej zalet, jak: krótki czas badania, nieszkodliwość, obserwacja wyniku w czasie rzeczywistym, co daje możliwość zrozumienia i zdiagnozowania podłoża patofizjologicznego schorzenia. W pediatrii prowadzi się badania nad przydatnością USG w diagnostyce chorób układu kostnego, między innymi nad możliwością wykrywania i nastawiania złamań pod kontrolą ultrasonografii [1]. Celem pracy była weryfikacja skuteczności, a tym samym przydatności USG w rozpoznawaniu złamań podokostnowych kości przedramienia u dzieci, gdyż aż 3/4 złamań kości długich u dzieci to złamania w obszarze nasad dalszych kości przedramienia, z tego około 50% to złamania podokostnowe. W celu weryfikacji wartości diagnostycznej proponowanej metody, w analizowanym materiale poszukiwano charakterystycznych obrazów dla poszczególnych typów złamań.

Material i metody

W okresie od stycznia do grudnia 2010 roku, w ramach szpitalnego oddziału ratunkowego, wykonywano rutynowo badanie USG u dzieci, które doznały urazu dalszego odcinka przedramienia. Badanie wykonywano aparatem ultrasonograficznym Pro Series Logiq 500 z użyciem głowicy liniowej LA 39 o częstotliwości 11 MHz. Dla pewności obrazu wykonywano porównawcze badanie ultrasonograficzne strony zdrowej. Następnie u wszystkich tych dzieci wykonywano badanie radiograficzne w 2 projekcjach: przednio-tylnej i bocznej. Przebadano 241 dzieci w wieku 1–18 lat, 81 dziewcząt i 160 chłopców.

Wyniki

Za pomocą badania ultrasonograficznego u 79 dzieci (33%) rozpoznano złamanie podokostnowe, u 71 (32%) złamanie z przerwaniem okostnej. Grupa ze złamaniem podokostnowym składała się z 53 chłopców i 26 dziewcząt. Średni wiek tych dzieci wynosił 11 lat (1–17 lat). Dane dotyczące obrażeń poszczególnych kości przedramion zawarto w tabeli I.

We wszystkich przypadkach rozpoznanego złamania w badaniu USG uzyskano zgodność (100%) rozpoznania z wykonanym później badaniem radiograficznym. Na rycinie 1 przedstawiono radiogram kości przedramienia w odcinku dalszym bez zmian pourazowych, a na rycinie 2 odpowiadający mu obraz ultrasonograficzny nasady dalszej kości promieniowej u tego samego pacjenta. Jak widać z powyższego porównania, przedstawione obrazy są bardzo zbliżone — biorąc jednak pod uwagę fakt, że badanie USG jest badaniem dynamicznym, aby w pełni przedstawić wynik obrazowania USG, należałoby umieścić tutaj filmowy zapis badania.

W badanej populacji chorych zaobserwowano trzy typy obrazów USG charakterystyczne dla złamania podokostnowego (ryc. 3):

organs, e.g. the liver or spleen. Moreover, procedures such as implantation of vascular catheters, removal of foreign bodies from soft tissues or evaluation of abscesses are performed using US monitoring. The vast interest of medical professionals in ultrasonography results from its benefits, such as short examination time, non-invasiveness and an ability to observe the result in real time, which allows one to understand and diagnose the pathophysiological background of the condition. In pediatric practice, research is being carried out on US validity in diagnostic management of diseases involving the skeletal system, including the possibility of ultrasound-monitored fracture detection and setting [1]. The objective of the present study was to verify the effectiveness and, by the same token, validity of US in the detection of subperiosteal antebrachial fractures in children, since as many as 3/4 of long bone fractures in children involve the distal epiphysis of the antebrachium, with approximately 50% of them being subperiosteal fractures. To verify the clinical usefulness of US in the diagnosis of the above-mentioned injuries, we searched for images that would be characteristic for this group of fractures in the examined population.

Material and methods

In the period between January and December, 2010, as a part of our Emergency Department (ER) services, we performed routine ultrasonography in children with injuries of the distal antebrachium. The imaging was performed using a Pro Series Logiq 500 unit using an 11 MHz LA 39 linear probe. To ensure the validity of the image, we performed a comparative examination of the contralateral, normal side. Subsequently, all of the children were subjected to X-ray imaging employing antero-posterior and lateral projections. The examinations included 241 children aged 1 to 18 years (81 girls and 160 boys).

Results

Ultrasonography revealed subperiosteal fractures in 79 children (33%) and subperiosteal fractures with periosteal rupture in 71 patients (32%). The subperiosteal fracture group consisted of 53 boys and 26 girls. The mean age in this group was 11 years (range: 1 to 17 years). The data on injuries involving particular antebrachial bones are presented in Table I.

It should be emphasized that we achieved a 100% conformity of the ultrasound-based diagnosis of fractures with the subsequent X-ray results. Figure 1 presents a radiogram of the distal antebrachial bone without any traumatic injuries, while Figure 2 shows the ultrasound image of the epiphysis of the distal radial bone in the same patient; as it follows from the pictures, the images are highly similar. However, in order to fully illustrate the result of US imaging, we should present here the film recording of the examination.

We observed three types of ultrasound images that are characteristic for subperiosteal fractures (Fig. 3):

1. a step-off image — the result of the subperiosteal hematoma presence (Fig. 4). The antero-posterior

Tabela I. Liczba chorych oraz rodzaj stwierdzonej patologii w okolicy nasad dalszych kości przedramienia wśród chorych leczonych w Szpitalnym Oddziale Ratunkowym Uniwersyteckiego Szpitala Dziecięcego w Krakowie w okresie 1.01.2010–31.12.2010

Table I. The location of injury and number of patients with distal antebrachial epiphysis injuries treated at Emergency Department, University Children's Hospital of Krakow, in the period from January 1, 2010 to December 31, 2010

No. No.	Rodzaj złamania Type of fracture	Liczba chorych No. of patients
1	Złamania podokostnowe samej kości promieniowej Subperiosteal fracture of the radial bone only	67
2	Złamania podokostnowe kości promieniowej i łokciowej Subperiosteal fracture of the radius and ulna	12
3	Złamania z przerwaniem ciągłości okostnej Fractures with periosteal rupture	71
4	Brak cech złamania/No signs of fracture	91
	Ogółem/Total	241

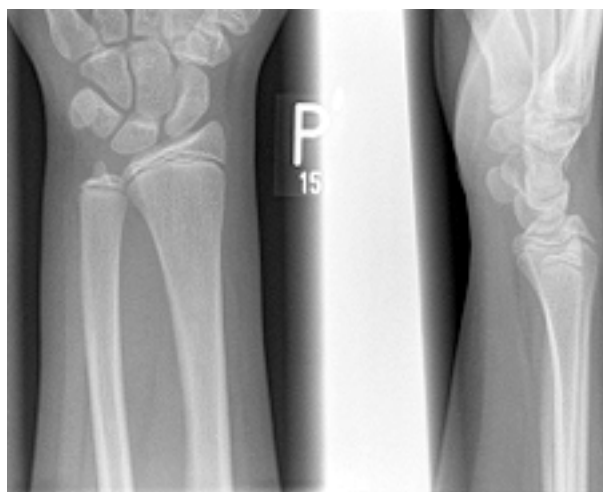
1. Obraz schodka — wynik obecności krwiaka podokostnowego (ryc. 4). Na zdjęciu radiograficznym wykonanym w projekcji przednio-tylnej złamanie takie jest niewidoczne (ryc. 5), jest widoczne tylko w projekcji bocznej w odcinku przynasady dalszej kości promieniowej.
2. Obraz wybrzuszenia okostnej — to inny obraz krwiaka podokostnowego w złamaniu kości (ryc. 6), podobny obraz jest widoczny na radiogramie (ryc. 7).
3. Obraz ugięcia okostnej odpowiada zgnieceniu kości i wciągnięciu okostnej w obręb szczeliny złamania (ryc. 8), podobny obraz jest widoczny na radiogramie (ryc. 9).

Dyskusja

Badanie USG ma ważny atut — jest badaniem w czasie rzeczywistym, co najlepiej obrazuje jego filmowy zapis. Z drugiej strony badanie to obejmuje mały obszar podczas wykonywania USG, ograniczony rozmiarami głowicy. Problemem pozostaje również dokumentowanie obrazów ultrasonograficznych obrażeń kości. Najodpowiedniejszym sposobem wydaje się nagranie przebiegu badania na płycie DVD, wydruk zdjęć na taśmie printera może okazać się niewystarczający.

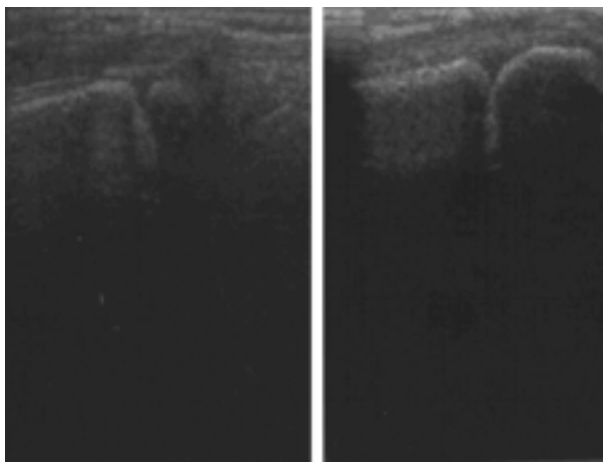
Obserwacje autorów pracy oraz innych autorów [1–6] sugerują, że diagnostyka ultrasonograficzna może być równoważna do radiograficznej w złamaniach kości u dzieci. Typowe obrazy wyników badania USG złamania przedramienia u dzieci przedstawione w analizowanym materiale pokrywają się z wynikami badań innych autorów [2]. Według niektórych autorów badanie USG pozwala dodatkowo uwidocznienie złamania niewidoczne radiologicznie, tak zwane ukryte (*occult fracture*) [2], czego jednak nie obserwowano w niniejszym materiale.

W związku z dużą liczbą tego rodzaju obrażeń oraz dostępnością kości, do badania USG obszar nasad dalszych kości przedramienia jest według autorów pre-



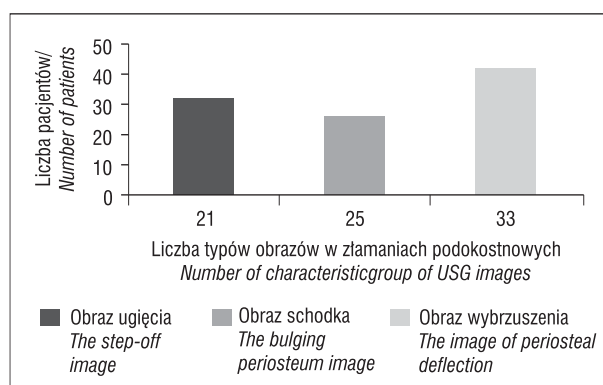
Rycina 1. Obraz radiograficzny nasad dalszych kości przedramienia bez zmian pourazowych

Figure 1. A radiographic image of the distal antebrachial epiphyses without traumatic lesions



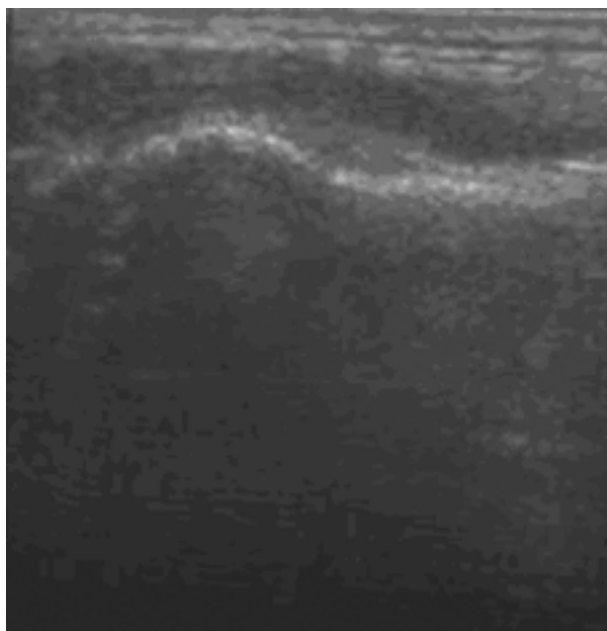
Rycina 2. Obraz ultrasonograficzny nasady dalszej kości promieniowej bez zmian pourazowych

Figure 2. An ultrasonographic image of the distal antebrachial epiphysis without traumatic lesions



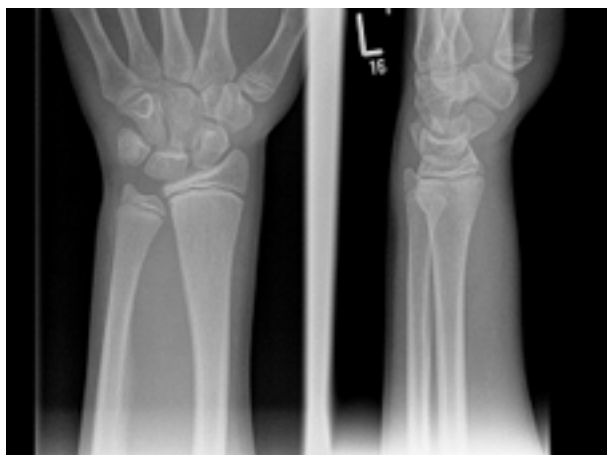
Rycina 3. Liczba chorych w zależności od typu obrazu ultrasonograficznego w złamaniu podokostnowym

Figure 3. Number of patients depending on the type of USG image obtained in subperiosteal fractures



Rycina 4. Obraz ultrasonograficzny przedstawiający złamanie podokostnowe nasady dalszej kości promieniowej typu schodka

Figure 4. A radiogram of the distal antebrachial epiphyses with a step off-type subperiosteal fracture of the radius

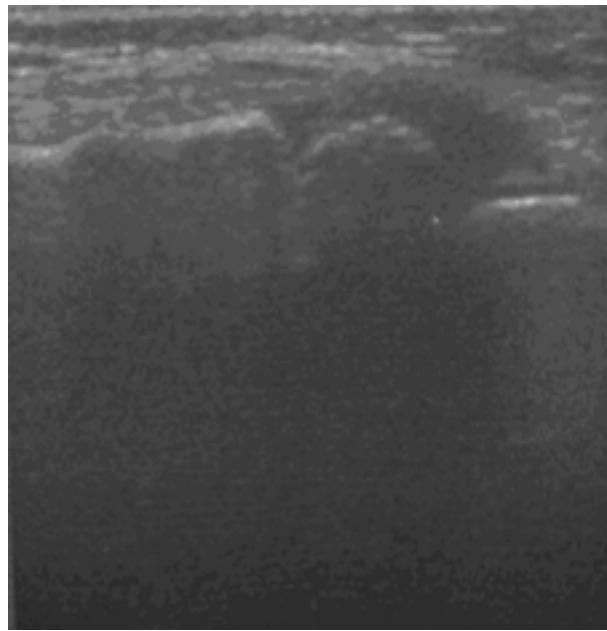


Rycina 5. Radiogram nasad dalszych kości przedramienia ze złamaniem podokostnowym kości promieniowej typu schodka

Figure 5. An ultrasonographic image of the distal antebrachial epiphysis with a step off-type subperiosteal fracture of the radius

zentowanej pracy dobrym modelem do opanowania techniki badania ultrasonograficznego urazów kości. Badanie w tym obszarze pozwala szybko orientować się w zakresie powyższych struktur. Równocześnie badane ultrasonograficznie dzieci chętnie współpracują z badającym, jeśli mogą one siedzieć lub być na rękach rodziców, obserwując równocześnie pracę lekarza [4].

Przedstawiając własne dotychczasowe doświadczenie, autorzy mają nadzieję, że zainteresowanie ultrasonografią w urazach kości u dzieci będzie rosło, co przy-



Rycina 6. Obraz ultrasonograficzny krwiaka podokostnowego w zakresie trzonu kości promieniowej i obraz wybrzuszenia okostnej

Figure 6. A radiographic image of a subperiosteal fracture with a periosteal bulge in the region of the distal epiphysis of the radius, reflecting a subperiosteal hematoma



Rycina 7. Obraz radiograficzny złamania podokostnowego z wybrzuszeniem okostnej w obszarze nasady dalszej kości promieniowej, jest ono odzwierciedleniem krwiaka podokostnowego

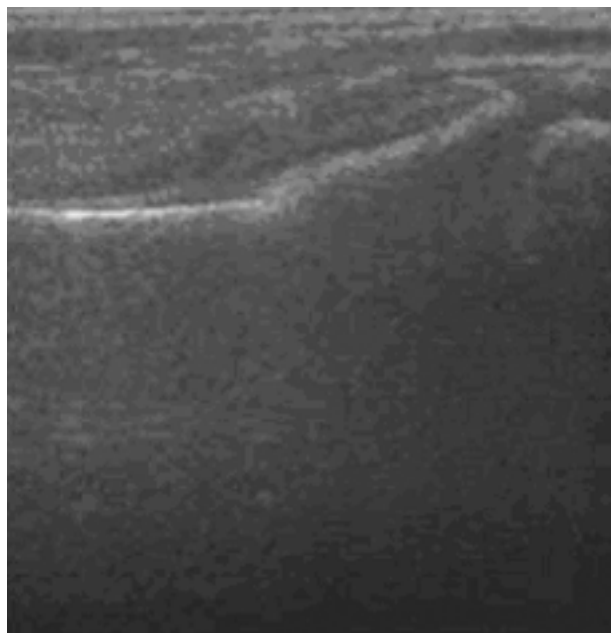
Figure 7. An ultrasonographic image of a subperiosteal hematoma in the region of the radial bone shaft and an image of periosteal bulging

roentgenogram does not visualize such a fracture (Fig. 5); it can be seen only in a lateral projection in the epiphysis of the distal radial bone;

2. an image of a bulging periosteum — another picture of a subperiosteal hematoma in bone fracture (Fig. 6); a similar image is seen on the radiogram (Fig. 7);
3. an image of periosteal deflection which corresponds to bone crushing and the periosteum being pulled into the fracture fissure (Fig. 8); a similar image can be seen in the radiogram (Fig. 9).

Discussion

Ultrasonography has an important advantage — it is performed in real time, which is best illustrated by a film recording. On the other hand, US imaging spans a small



Rycina 8. Obraz ultrasonograficzny typu ugięcia okostnej odpowiada kompresji i zakleszczeniu fragmentu okostnej w szczelinę złamania w zakresie kości promieniowej
Figure 8. A radiographic image of a deflection-type fracture of the radial bone shaft



Rycina 9. Obraz radiograficzny złamania w zakresie trzonu kości promieniowej typu ugięcia
Figure 9. A periosteum deflection-type ultrasonographic image corresponds to compression and jamming of a periosteum fragment in the fracture fissure in the radius

niesie w niedalekiej przyszłości eliminację części badań radiograficznych i pozwoli zmniejszyć ekspozycję dzieci na promieniowanie jonizujące.

area, which is limited by the probe size. Thus, there remains a problem of documenting US images in bone injuries; a print-out is most assuredly unsuitable, while a DVD with a film recording of the procedure seems to be the most appropriate solution.

Observations made by both ourselves and other authors [1–6] suggest that ultrasonographic diagnostic management may be equivalent to radiographic diagnostics in bone fractures in children. Indeed, the typical images found in our study were in accordance with the results achieved by other authors [2]. According to some investigators, ultrasonography allows for additional visualization of fractures that are radiologically undetectable (so-called occult fractures) [2]; no such case was observed in the study presented above.

In our opinion, the region of the distal antebrachial epiphysis is a good model for mastering the technique of ultrasonographic imaging in bone injuries due to a high incidence of traumas involving this area and availability of bones to be examined. It allows for prompt recognition and analysis of structures of interest. In addition, children are willing to cooperate with the examiner if they are allowed to remain sitting or are supported by parents in order to observe the work of a physician. [4] The child does not necessarily have to be undressed.

According to our experience, we hope that an interest in the use of ultrasonography in bone injuries in children will grow. In the near future this will allow for the elimination of some radiographic examinations and for decreasing exposure of pediatric patients to ionizing radiation.

Piśmiennictwo (References)

1. Ackermann O. Sonographic diagnostics of proximal humerus fractures in juveniles. *Unfallchirurg*. 2010; 1 (13): 839–842.
2. Cho KH, Lee SM, Lee YH, Suh KJ. Ultrasound diagnosis of either an occult or missed fracture of an extremity in pediatric-aged children. *Korean J Radiol*. 2010; 11: 84–94.
3. Haddad-Zebouni S, Abi Khalil S, Roukos S. *et al.* Limb fractures: ultrasound imaging feature. *J Radiol*. 2008; 89: 557–563.
4. Cross KP, Warkentine FH, Kim IK, Gracely E, Paul RI. Bedside ultrasound diagnosis of clavicle fractures in the pediatric emergency department. *Acad Emerg Med*. 2010; 17: 687–693.
5. Moritz JD, Hoffmann B, Meuser SH, Sehr DH, Caliebe A, Heller M. Is ultrasound equal to X-ray in pediatric fracture diagnosis? *Rofo*. 2010; 182: 706–714.
6. Moritz JD, Berthold LD, Soenksen SF, Alzen GF. Ultrasound in diagnosis of fractures in children: unnecessary harassment or useful addition to X-ray? *Ultraschall Med*. 2008; 29: 267–274.

Adres do korespondencji (Address for correspondence):

lek. Maria Dzierżęga
 Zakład Dziecięcej Medycyny Ratunkowej CM UJ
 ul. Wielicka 265, 30–663 Kraków
 tel.: 661 326 123
 e-mail: maria.dzierzega@uj.edu.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 24.09.2011 r.