

**Zaangażowanie Autorów**

A – Przygotowanie projektu badawczego  
 B – Zbieranie danych  
 C – Analiza statystyczna  
 D – Interpretacja danych  
 E – Przygotowanie manuskryptu  
 F – Opracowanie piśmiennictwa  
 G – Pozyskanie funduszy

**Author's Contribution**

A – Study Design  
 B – Data Collection  
 C – Statistical Analysis  
 D – Data Interpretation  
 E – Manuscript Preparation  
 F – Literature Search  
 G – Funds Collection

**Tomasz Wolny**<sup>1(A,B,D,E,F,G)</sup>, **Edward Saulicz**<sup>2(A,D,E,F,G)</sup>,  
**Andrzej Myśliwiec**<sup>1(A,D,E,F,G)</sup>, **Michał Kuszewski**<sup>2(A,D,E,F,G)</sup>,  
**Mirosław Kokosz**<sup>1(A,D,E,F,G)</sup>

<sup>1</sup> Katedra Metod Specjalnych Fizjoterapii i Sportu Osób Niepełnosprawnych, Akademia Wychowania Fizycznego, Katowice

<sup>2</sup> Katedra Podstaw Fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego, Katowice

<sup>1</sup> Department of Special Methods in Physiotherapy and Sport of the Disabled, Academy of Physical Education in Katowice

<sup>2</sup> Department of Bases of Physiotherapy, Academy of Physical Education in Katowice

## USG-feedback – nowość w polskiej fizjoterapii

### USG-feedback – novelty in Polish physiotherapy

**Słowa kluczowe:** USG, sonofeedback, fizjoterapia

**Key words:** Ultrasonography, sonofeedback, physiotherapy

### STRESZCZENIE

Ultradźwięki w fizjoterapii są wykorzystywane od dawna, ale do tej pory ich użycie wiązało się z procesem terapeutycznym. Znajdują one zastosowanie w leczeniu zespołów bólowych, w przebiegu chorób zwyrodnieniowych stawów obwodowych i kręgosłupa, nerwobólach, zespołach przeciążeniowych tkanek miękkich oraz po urazach sportowych. Wykorzystanie ultradźwięków w celach diagnostycznych oraz jako wspomaganie ćwiczeń (sonofeedback) jest nową jakością, która zaczyna w fizjoterapii polskiej stawiać pierwsze kroki i wzbudzać pewne kontrowersje natury formalno-prawnej jak również merytorycznej. Duża wartość stosowania USG w fizjoterapii jest związana przede wszystkim z tym, że pozwala na dynamiczną ocenę różnych tkanek w czasie rzeczywistym zarówno w spoczynku, jak i podczas ruchu. Jest doskonałym narzędziem pozwalającym na doprecyzowanie diagnozy funkcjonalnej oraz wychwycenie przeciwwskazań do terapii. Jego wykorzystanie zarówno w diagnostyce funkcjonalnej, jak i w terapii poprawia kliniczną analizę układu kostno-stawowo-mięśniowego, co zresztą podkreśla i zaleca wielu autorów. Wykorzystanie USG w fizjoterapii niesie korzyści zarówno dla fizjoterapeutów, jak i dla ich pacjentów. Dla fizjoterapeutów, gdyż pozwala na poprawę skuteczności i efektywności programu terapeutycznego oraz wzrost jakości świadczonych usług dla pacjenta, ponieważ będą leczeni na znacznie wyższym poziomie.

### SUMMARY

Ultrasounds have been used in the physiotherapy for a long time, however up till now their application was connected with the therapeutic process. They are applied in the treatment of pain syndromes, in the course of degenerative diseases of peripheral and spinal articulations, neuralgia, soft tissue overload syndromes and after sport injuries. The ultrasound application for diagnostic purposes, as well as support for exercises (sonofeedback), is a new approach which takes its first steps in the Polish physiotherapy and arouses some controversies of the formal-legal as well as factual nature. The great value of the USG application in physiotherapy is primarily connected with the fact that it makes it possible to dynamically assess various tissues in real time at rest as well as during movement. It is a perfect tool to specify the functional diagnosis and to detect contraindications for a therapy. Its application both in a functional diagnosis as well as in a therapy improves the clinical analysis of the osteo-articulo-muscular system which is emphasized and recommended by many authors. Applying the USG in physiotherapy is beneficial, both for the physiotherapists and their patients. For the physiotherapists – because it improves the efficiency and effectiveness of the therapy program and increases in the range of provided services and for the patients because of a significantly higher level of treatment.

Liczba słów/Word count: 7920

Tabele/Tables: 1

Ryciny/Figures: 0

Piśmiennictwo/References: 49

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Tomasz Wolny, Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach

Katedra Metod Specjalnych Fizjoterapii i Sportu Osób Niepełnosprawnych

40-065 Katowice, ul. Mikołowska 72B, tel./fax: (32) 207-53-18, e-mail: t.wolny@twreha.com

Otrzymano / Received

13.10.2011 r.

Zaakceptowano / Accepted

11.07.2012 r.

## WSTĘP

Ultradźwięki w fizjoterapii są wykorzystywane od dawna, ale do tej pory ich użycie wiązało się z procesem terapeutycznym. Znajdują one zastosowanie w leczeniu zespołów bólowych, w przebiegu chorób zwyrodnieniowych stawów obwodowych i kręgosłupa, nerwobólach, zespołach przeciążeniowych tkanek miękkich oraz po urazach sportowych. Wykorzystanie ultradźwięków w celach diagnostycznych oraz jako wspomaganie ćwiczeń (sonofeedback) jest nową jakością, która zaczyna w fizjoterapii polskiej stawiać pierwsze kroki i wzbudzać pewne kontrowersje natury formalno-prawnej jak również merytorycznej.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie na podstawie przeglądu literatury możliwości wykorzystania diagnostycznego USG w codziennej pracy fizjoterapeuty.

## RYS HISTORYCZNY

Pierwsze próby wykorzystania ultrasonografii datują się na lata 50 ubiegłego stulecia i dotyczyły wykorzystania tej metody diagnostycznej w ocenie narządów mięsnych. Pierwsze doniesienia o obrazowaniu mięśni szkieletowych pojawiają się w roku 1968. Ikai i Fukunga próbowali wykażać związek pomiędzy przekrojem poprzecznym mięśni ramienia a ich siłą, wykorzystując do tego celu obrazowanie USG [1,2]. Dopiero jednak dr Archie Young wraz z współpracownikami z Uniwersytetu w Oxfordzie stworzyli podwaliny dla wykorzystania diagnostycznego USG przez fizjoterapeutów [3]. Zaskakującym odkryciem, którego dokonali było stwierdzenie rozbieżności pomiędzy zewnętrznymi pomiarami taśmą centymetrową a rzeczywistym, wewnętrznym rozmiarem mięśni [4]. W latach 90. ubiegłego stulecia odżyło zainteresowanie USG w fizjoterapii. W pewnym sensie przełomowym doniesieniem, ukazującym nowe możliwości wykorzystania badań USG, okazała się praca Julie Hides i wsp., gdzie ten sposób obrazowania, w czasie rzeczywistym, wykorzystano do oceny zaników mięśni wielodzielnych w odcinku lędźwiowym u osób z ostrymi zespołami bólowymi [5]. Badania te wykazały, że już trzydniowy ostry incydent bólowy powiązany jest z istotną atrofią mięśnia wielodzielnego po stronie incydentu bólowego. Równocześnie zauważono, iż ten sposób obrazowania pozwala na kontrolę napięcia tych mięśni, które przecież należą do mięśni tzw. I układu odniesienia w swej istocie nie podlegających naszej woli [6]. W ten sposób ukazano dodatkowe możliwości obrazowania USG, gdzie wgląd w aktualny stan mięśnia pozwala na takie sterowanie złożonymi mechanizmami kontroli mięśniowej, by w efekcie, na bazie synergizmu, uzyskać zmianę napięcia mięśni, których izolowane, czynne napięcie nie jest możliwe. To odkrycie dowiodło, że biologiczne sprzężenie zwrotne z wykorzystaniem USG może ułatwić proces terapii. Od tego czasu zaczęto wykorzystywać diagnostyczne USG do oceny i terapii innych mięśni w obrębie tułowia i kończyn [7].

W 2006 roku w San Antonio w Stanach Zjednoczonych odbyło się sympozjum dotyczące wykorzystania przez fizjoterapeutów obrazowania USG w diagnostyce i terapii. Sympozjum odbyło się pod patronatem Amerykańskiego Towarzystwa Fizjoterapii, a uczestniczyli w nim przedstawi-

## BACKGROUND

Ultrasounds have been used in physiotherapy for a long time, but until now, their application was connected with therapeutic procedures. Ultrasounds are used in treatment of pain syndromes in the course of degenerative diseases of peripheral and spinal joints, soft tissue overload syndromes and after sport-related injuries. Using ultrasounds for diagnostic purposes (sonofeedback) is a new approach in Polish physiotherapy, raising some formal and legal as well as factual controversies.

The goal of this paper is to present the review of literature dealing with diagnostic application of USG in everyday physiotherapeutic procedures.

## HISTORICAL OUTLINE

The first attempts to apply ultrasonography date back to 1950s; these involved using this diagnostic approach for the assessment of parenchymal organs. The first reports on USG imaging of the skeletal muscles were written in 1968. Ikai and Fukunga tried to show the relationship between the transverse cross-section of the brachial muscles and their strength using USG imaging [1,2]. However it was Dr Archie Young and his colleagues from Oxford University who established fundamentals for diagnostic application of USG in physiotherapy [3]. Surprisingly, they found some discrepancies between external measurements using a measuring tape and the real, internal size of the muscles [4]. In 1990 the interest in USG application in physiotherapy rose again. The report by Julie Hides et al. described, in a sense, a novel approach involving real time imaging, used for the assessment of multifidus muscles of the lumbar spine with concomitant acute pain syndromes [5]. The study showed that even a short, three day acute pain episode was connected with significant multifidus muscle atrophy on the involved side. It was also found that this imaging approach enabled to control the tone of these muscles, obviously belonging to the I reference system of the muscles unaffected by our will power [6]. This way, some additional options of USG imaging were shown with the insight into the muscle condition, allowing to guide such complex mechanisms of muscle control to obtain, based on synergism, changes in tone of the muscles that are unable to achieve an isolated, active tone. This finding indicates that biofeedback using USG may facilitate a therapeutic process. Since then USG imaging has been used for evaluation and treatment of other muscles in the spine and limb areas [7].

In 2006 there was a symposium in San Antonio (US) on using USG imaging by physiotherapists in diagnosis and treatment. The symposium was held under patronage of the American Physiotherapy Association; the researchers from 6 countries (Australia, Canada, England, Ireland, Norway and the US) participated in it. The aim of the symposium was to establish and develop the best USG imaging approaches in physiotherapy and to implement the international research program. The participants also decided to use the term RUSI (Rehabilitative Ultrasound Imaging)

ciele świata nauki z 6 krajów: Australii, Kanady, Anglii, Irlandii, Norwegii i Stanów Zjednoczonych. Celem sympozjum było ustalenie i wypracowanie najlepszych zasad wykorzystania USG w fizjoterapii oraz powołanie międzynarodowego programu badań. Uczestnicy sympozjum uchwalili również, by w międzynarodowej nomenklaturze posługiwać się określeniem RUSI (Rehabilitative Ultrasound Imaging) i aby termin ten był oficjalną nazwą nowego narzędzia jakim jest USG (ang. USI – Ultrasound Imaging) w fizjoterapii. Dodatkowo międzynarodowy zespół ustalił pewne wytyczne dotyczące edukacji fizjoterapeutów zgodne z zasadami Światowej Federacji Ultrasonografii w Medycynie i Biologii (WFUMB) [1, 8].

## USG W FIZJOTERAPII

Wykorzystanie USG w fizjoterapii może dotyczyć dwóch odmiennych obszarów. Może być wykorzystane jako terapeutyczne USG (sonofeedback) i diagnostyczne USG. Oczywiście, wykorzystując USG w celach diagnostycznych nie chodzi tutaj o stawianie diagnozy medycznej, do której fizjoterapeuci nie mają odpowiednich kwalifikacji ale o ocenę zmienionej, zaburzonej kontroli motorycznej i synchronizacji pracy mięśniowej (głównie mięśni głębokich), która jest podłożem wielu dysfunkcji. Dla potrzeb fizjoterapii diagnostyczne USG pozwala postawić zatem swego rodzaju diagnozę czynnościową, której istotą jest określenie aktualnego poziomu możliwości funkcjonalnych monitorowanych niejako wewnątrz objętych dysfunkcją tkanek i narządów. Pozwala również na oszacowanie długości, średnicy, przekroju poprzecznego mięśni oraz tkanek otaczających i ewentualnie wykrycie ewidentnych uszkodzeń strukturalnych tkanek, które mogą być przeciwwskazaniem do terapii lub mogą prowadzić do powikłań, a dzięki precyzyjniejszej diagnozie pozwolą na skierowanie pacjenta do odpowiedniego specjalisty.

## SONOFEEDBACK

Miniona dekada przyniosła znaczący wzrost wiedzy dotyczącej postępowania fizjoterapeutycznego w zaburzeniach układu nerwowo-mięśniowego. Główny nurt zainteresowań dotyczył mechanizmów funkcjonowania tego układu w warunkach prawidłowych oraz poszukiwania specyficznych zmian, które leżą u podłoża dysfunkcji. Wiele badań wykazało, iż za dolegliwości bólowe szyi, kręgosłupa lędźwiowego, czy obręczy miednicznej odpowiedzialna jest zaburzona kontrola nerwowo-mięśniowa, a nie zwykle osłabienie pewnych grup mięśniowych [9,10,11,12]. Wskazano, że zaburzenia te związane są przede wszystkim z zwiększoną aktywnością mięśni powierzchownych oraz osłabioną mięśni głębokich, czyli właściwych mięśni stabilizujących [9,10,11,12,13,14].

Badania ostatnich lat wykazały, że przyczyną wielu dolegliwości bólowych nie jest tylko zwykłe osłabienie pewnych grup mięśniowych, ale zaburzenia kontroli motorycznej o charakterze koordynacyjnym określanym mianem tzw. timingu, czyli synchronizacji pracy mięśniowej [15]. Hides udowodniła (o czym już wspomiano), że ostry incydent bólowy kręgosłupa lędźwiowego powoduje zanik mię-

and introduce it as an official name of the new diagnostic tool – Ultrasound Imaging (USI). Additionally, the international team established certain guidelines concerning physiotherapist's education according to the principles of World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology (WFUMB) [1,8].

## USG IN PHYSIOTHERAPY

The application of ultrasonography in physiotherapy may concern two different fields – treatment (sonofeedback) and diagnosis. Obviously, diagnostic application of USG does not involve medical diagnosis which is beyond physiotherapist's competency, but assessment of the altered, disturbed motor control and synchrony of muscle activity (mainly of deep muscles), which is the cause of numerous dysfunctions. For the needs of physiotherapy, diagnostic ultrasonography enables some sort of functional diagnosis, involving determination of the actual functional potential, monitored inside the defective tissues and organs. It also allows estimation of the length, diameter and transverse cross-section of muscles and tissues and possible detection of evident structural impairment of tissues, which is a contraindication to treatment and may lead to complications. A more precise diagnosis will allow the patient's referral to an adequate specialist.

## SONOFEEDBACK

The past decade has brought about a significant increase in the knowledge of physiotherapeutic procedures in neuromuscular system disorders. The main areas of interest were the mechanisms of neuromuscular system function under normal conditions and the search for specific changes underlying the dysfunction. Numerous studies show that it is not the usual weakness of some muscle groups, but the disturbance of neuromuscular control, that is responsible for pain in the neck or pelvic girdle [9,10,11,12]. It has been proved that these disorders are primarily connected with the increased activity of superficial muscles and the impaired activity of deep muscles which are the stabilizing muscles [9,10,11,12,13,14].

The studies conducted during recent years have shown that many pain ailments are not only due to the usual weakness of certain muscle groups, but also to the disorders of coordinative muscle control, the so called timing or muscle activity synchrony [15]. Hides has proved (as mentioned before) that acute lumbar spine pain episodes result in the atrophy of multifidus muscles and pain reduction is not connected with automatic improvement of these muscles'

śni wielodzielnych, a zmniejszenie bólu nie wiąże się z automatyczną poprawą funkcji tych mięśni [16]. Sonofeedback wykorzystywany jest tutaj do motorycznego nauczania ruchu (motor learning exercise), dzięki któremu możemy najpierw zidentyfikować, a następnie wyizolować pracę właściwych w danej dysfunkcji mięśni, co z kolei wpłynie na optymalizację efektów terapeutycznych [17,18,19].

Jednym z przykładów takiego wykorzystania sonofeedbacku może być aktywizacja mięśnia poprzecznego brzucha (TrA) w terapii i profilaktyce dolegliwości bólowych kręgosłupa lędźwiowego. Główną przyczynę dużej części tych dolegliwości upatruje się w braku dostatecznej stabilizacji okolicy lędźwiowej, spowodowany słabą aktywnością tzw. głębokich, lokalnych stabilizatorów, których zadaniem jest kontrola pojedynczego segmentu ruchowego w tych sytuacjach, kiedy warunki zewnętrzne (ruch, pozycja ciała) spowodują obciążenie stawu poza strefą neutralną [20,21,22,23]. Sytuacja taka objawia się obniżoną aktywnością mięśnia poprzecznego brzucha i mięśni wielodzielnych połączona z nadmierną pracą mięśni powierzchownych (prostych brzucha i skośnych zewnętrznych), czyli tzw. globalnych mobilizatorów, których zadaniem nie jest lokalna, głęboka stabilizacja.

Fizjoterapia z wykorzystaniem sonofeedbacku będzie polegała na wizualnej nauce aktywizacji mięśnia poprzecznego brzucha, która dzięki temu, że mięsień ten funkcjonuje w synergii, synchronii i syntonii z mięśniami wielodzielnymi, wpłynie na aktywizację tych ostatnich przez co poprawie ulegnie stabilizacja dolnej części tułowia, redukując tym samym przyczynę symptomów u pacjenta. Specyficzne ćwiczenia będą polegały więc na nauce kokontrakcji mięśni głębokich (poprzeczny brzucha, wielodzielny) z jednoczesnym hamowaniem wzmożonej aktywności nadaktywnych mięśni powierzchownych (prosty brzucha, skośne zewnętrzne brzucha). Wiele klinicznych badań naukowych wskazuje na większą skuteczność tej formy terapii zarówno w ostrych, jak i chronicznych dolegliwościach bólowych kręgosłupa lędźwiowego [10,15,24,25,26,27]. Specjalne ćwiczenia z wykorzystaniem dodatkowo sonofeedbacku dają zachęcające rezultaty, aczkolwiek jest jeszcze zbyt mało badań, aby wyciągać daleko idące wnioski [28].

Brenner i współpracownicy wykorzystali USG do oceny aktywności mięśni wielodzielnych przed i po manipulacji kręgosłupa u pacjenta z chronicznym zespołem bólowym lędźwiowym. Opracowali specjalną metodologię pomiaru mięśni wielodzielnych w płaszczyźnie strzałkowej (w przeciwieństwie do większości badaczy stosujących pomiar przekroju poprzecznego), która może być wykorzystana jako sonofeedback do nauki wolicjonalnego skurczu tych mięśni [16,29]. Kiesel ocenił rzetelność tego pomiaru u badanych z dolegliwościami bólowymi oraz bez objawów bólowych i wykazał dużą ich wiarygodność ( $ICC=0,85$  i  $ICC=0,80$ ) [30]. W innych badaniach rzetelność pomiarową USG oceniono w odniesieniu do mięśni dna miednicy, poprzecznego brzucha, wielodzielnego [26,28]. Powyższe badania wskazują na to, że USG jest rzetelnym narzędziem pomiarowym przydatnym zarówno w diagnostyce, w terapii oraz ocenie jej efektów w leczeniu zespołów bólowych kręgosłupa lędźwiowego.

Innym bardzo ważnym obszarem, w którym fizjoterapeuci wykorzystują diagnostyczne USG jest biologiczne

function [16]. Sonofeedback is used here for motor learning exercise, enabling first to identify and then, to isolate the activity of adequate muscles in a given muscle dysfunction, which, in turn, will optimize the therapeutic effects [17,18,19]. One of the examples of using such a sonofeedback is activation of the transverse abdominal muscle (TrA) in the treatment and prophylaxis of pain in the lumbar spine. The lack of adequate stability of the lumbar spine is due to poor activity of the so called deep, local stabilizers, controlling isolate motor segments when external conditions (such as movement and body posture) cause overload of the joint beyond the neutral zone [20,21,22,23]. Such a condition is manifested by a decreased activity of abdominal transverse muscles and multifidus muscles, combined with overactivity of superficial muscles (straight and external oblique) which are so called global mobilizer muscles, responsible for local, deep stabilization.

Physiotherapy using sonofeedback will involve visual learning of abdominal transverse muscle activation which, thanks to the synergy, synchrony and syntony between the function of the above mentioned muscle and that of multifidus muscles, will result in activation of the latter ones, thus improving lower body stability and reducing the cause of patient's symptoms. Specific exercises will involve learning of deep muscle co-contraction (transverse abdominal, multifidus) with simultaneous inhibition of overactive superficial muscles (straight abdominal, external oblique abdominal). Numerous clinical studies indicate higher effectiveness of this form of therapy, both in acute and chronic lower back pain (lumbar spine) [10,15,24,25,26,27]. Special exercises, additionally using sonofeedback bring about encouraging results, however, not enough studies have been conducted so far to draw definite conclusions [28].

Brenner et al. used USG for the assessment of multifidus muscle activity before and after spinal manipulation in patients with chronic low back pain. They developed a special methodology of multifidus muscle measurement in the sagittal plane (unlike most of the researches using transverse cross-section measurement) which may be used as sonofeedback for learning volitional contractions of these muscles [16,29]. Kiesel assessed the validity of this measurement and showed high reliability ( $ICC=0.85$  and  $ICC=0.80$ ) [30] of this approach, applied in patients with pain and asymptomatic patients. In other studies, measurement validity of USG was assessed based on the measurement of pelvic fundus muscles, transverse abdominal and multifidus muscles [26,28]. The above study indicates that USG is a reliable measurement tool, useful both in assessment, treatment and assessment of therapeutic outcome in treatment of lower back pain syndromes.

Another important field used for USG diagnosis in physiotherapy is biofeedback in the activation of pelvic fundus muscles in patients with urinary incontinence [33]. There is a lot of biomechanic, neurophysiological and epidemiological evidence for an important role of this muscle group in postural control of the iliopelvic-lumbar complex [34,35,36,37]. Smith et al. showed a higher correlation between urinary incontinence and low back pain than between obesity and physical activity level [37]. Eliasson has shown that

sprężenie zwrotne w aktywizacji mięśni dna miednicy u pacjentów z nietrzymaniem moczu [33]. Jest wiele dowodów zarówno z zakresu biomechaniki, neurofizjologii i epidemiologii, które świadczą o tym, że ta grupa mięśni odgrywa ważną rolę w kontroli posturalnej kompleksu biorowo-miedniczo-łędźwiowego [34, 35, 36, 37]. Smith i współpracownicy wykazali, że istnieje większa korelacja pomiędzy nietrzymaniem moczu a bólem okolicy łędźwiowej niż pomiędzy otyłością a poziomem aktywności fizycznej [37]. Eliason wykazał, że u 78% kobiet z zespołem bólowym kręgosłupa łędźwiowego występuje problem z nietrzymaniem moczu [38]. Skuteczna praca nad poprawą funkcji dna miednicy wymaga odpowiednich narzędzi, które pozwalają na monitorowanie stanu mięśni dna miednicy. Takim narzędziem jest niewątpliwie USG, które pozwala nie tylko na prawidłową i dokładną ocenę, dokonanie pomiarów, ale również na prowadzenie terapii w oparciu o biologiczne sprzężenie zwrotne (sonofeedback) [33]. Istotną zaletą współcześnie stosowanych form terapii z wykorzystaniem USG jest zachowanie intymnej autonomii osoby usprawnianej. Przebzuszną techniką obrazowania pęcherza i mięśni dna miednicy została po raz pierwszy opisana przez White [39]. Technika początkowo została zarzucona na rzecz techniki dopochwowej, ale obecnie nastąpił powrót zainteresowania ze względu na jej małą inwazyjność. W technice tej można obserwować pracę mięśni dna miednicy podczas wolicjonalnego ich napięcia pośrednio poprzez obserwację pęcherza [40,41]. Ponieważ mięśnie dna miednicy, podobnie jak mięśnie wielodzielne, funkcjonują w oparciu o synergię, synchronię i syntonię z mięśniem poprzecznym brzucha, fakt ten można wykorzystać również do ilościowej oceny efektów terapii. Wykorzystanie sonofeedbacku w terapii problemów nietrzymania moczu, czy dolegliwości bólowych w oparciu o ćwiczenia mięśni dna miednicy jest sposobem stosunkowo nowym w porównaniu z tradycyjnie wykorzystywanym EMG. Niektórzy autorzy podkreślają jednak, że tradycyjny sposób jest podatny na błędy spowodowane napięciem mięśni kończyn dolnych (zwłaszcza pośladkowych wielkich, kulszowo-goleniowych i przywodzicieli), podczas gdy ocena za pomocą USG jest takich wad pozbawiona, w związku z czym szczególnie polecana [42].

Chociaż okolica łędźwiowo-miedniczna jest głównym miejscem, w którym wykorzystuje się sonofeedback to można w literaturze znaleźć również informacje o innych okolicach ciała gdzie ten sposób biologicznego sprzężenia zwrotnego jest wykorzystywany. Sonofeedback może znaleźć, podobnie jak w przypadku okolicy łędźwiowej, zastosowanie w ocenie i terapii czynności stabilizacyjnej głębokich mięśni szyi [43,44]. O'Sullivan opisuje również wykorzystanie USG w ocenie części dolnej mięśnia czworobocznego [45]. Teyhen wskazuje na możliwości wykorzystania USG w ocenie i terapii mięśnia obszernego przysrodkowego, mięśni pierścienia rotatorów czy innych mięśni kończyn w przypadkach powstającej dysfunkcji nerwowo-mięśniowej [45].

Opisane powyżej zastosowanie sonofeedbacku nie wyczerpuje oczywiście całości zagadnienia. Aktywizacja mięśni poprzecznych brzucha, wielodzielnych czy mięśni dna miednicy z wykorzystaniem sprzężenia zwrotnego uzyskanego przy pomocy USG jest już pewnym standardem

78% of women with low back pain are incontinent [38]. Effective improvement of pelvic fundus function requires adequate tools which allow monitoring of pelvic fundus muscles condition. USG is obviously an effective diagnostic tool, allowing not only a correct and accurate assessment and measurements, but also the treatment based on biofeedback (sonofeedback) [33]. A significant advantage of contemporary treatment approaches using USG is intimate autonomy of the patient subject to rehabilitation. Transabdominal technique of the urinary bladder and pelvic fundus muscle imaging was for the first time described by White [39]. This technique was initially given up to be replaced by the intravaginal technique; however, recently the former technique is used again due to its low invasiveness. Using this technique, the physiotherapist may observe the activity of pelvic fundus muscles during their volitional contraction through observation of the urinary bladder [40,41]. As pelvic fundus muscles, similarly to multifidus muscles, function based on synergy, synchrony and syntony with the abdominal transverse muscle, this fact can be also used for quantitative assessment of therapeutic effects. Using sonofeedback in the treatment of incontinence or pain, based on pelvic fundus muscle exercising, is a relatively new approach as compared with the conventional EMG technique. However, some authors stress that the traditional approach is subject to errors due to lower limb muscle tone (particularly of m. gluteus maximus, ischiocrural muscles and adductors) while the assessment using USG imaging is free from such drawbacks, and thus, specially recommended [42].

Although the lumbopelvic area is the main region of sonofeedback application, the literature pertaining to the issue contains information about other body regions where such biofeedback is used. Likewise in the lumbar region, sonofeedback can be used for the assessment and treatment of the stabilizing function of deep cervical muscles [43,44]. O'Sullivan also suggests using USG for the assessment of the lower part of the trapezius muscle [45]. Teyhen indicates the potential of USG application in the assessment and treatment of the vastus medialis muscle, rotator cuff muscles or other muscles of limbs in cases of neuromuscular dysfunction development [45].

The above mentioned applications of sonofeedback are only a few examples of the potential of using this approach. Activation of the transverse abdominal muscles, multifidus or pelvic fundus muscles using biofeedback obtained with the aid of USG is already a standard approach, applied in many countries. Sonofeedback in physiotherapy continuously expands its potential to be used in other motor organ pathologies. Excessive lateral pressure syndrome (ELPS) may be such an example, involving patellar dislocation, resulting in patellar overconstraint by the lateral femoral condyle and, with time, with time in chondromalacia. The recommended exercises of the quadriceps muscle (vastus medialis) often do not bring about the desirable effect since the muscle tone, paradoxically even more lateralises the patella. The problem can be totally eliminated by exercising under USG control. Another examples are: a visual sonofeedback of shoulder joint stabilising muscles in physiotherapy of patients with habitual shoulder

w wielu krajach świata. Sonofeedback w fizjoterapii stale rozszerza swoje możliwości wykorzystania w wielu innych patologich narządu ruchu. Przykładem wymienionym powyżej, a obserwowanym przez autorów, może być zespół boczny przyparcia rzepki, w którym zbacza ona wchodząc w konflikt z kłykiem bocznym kości udowej, co z czasem staje się przyczyną chondromalacji. Zalecane ćwiczenia mięśnia czworogłowego (obszernego przysródkowego) często nie przynoszą pożądanego efektu, ponieważ napięcie mięśnia w sposób paradoksalny jeszcze bardziej lateralizuje rzepkę. Problem ten zostaje całkowicie wyeliminowany jeśli ćwiczy się pod kontrolą USG. Innym jeszcze przykładem może być wizualny sonofeedback mięśni stabilizujących staw barkowy w fizjoterapii nawykowego zwichnięcia barku, czy nauka prawidłowej kontroli mięśni obniżających głowę kości ramiennej w zespole ciasnoty podbarkowej.

Oczywiście i te przykłady nie wyczerpują możliwości wykorzystania sonofeedbacku w fizjoterapii. Narzędzie to jest nowością w naszej profesji a możliwości wykorzystania prawie nieograniczone. W związku z czym wydaje się, że w najbliższych latach będziemy świadkami burzliwego rozwoju biologicznego sprzężenia zwrotnego, opartego na diagnostycznym USG w codziennej pracy współczesnego fizjoterapeuty.

## CZY FIZJOTERAPEUTA MOŻE NAUCZYĆ SIĘ BADANIA USG

Diagnostyka USG jeszcze do niedawna była wykorzystywana jedynie przez specjalistów radiologów, ortopedów czy ginekologów. W ostatnich latach zaczęto stosować USG również w innych profesjach medycznych między innymi takich jak fizjoterapia, medycyna ratunkowa czy anestezjologia. Diagnostyka ultradźwiękowa zależy w dużej mierze od umiejętności i doświadczenia badającego, a zdolność do postawienia trafnego rozpoznania od gruntownej znajomości anatomii, ale jest także zdeterminowana liczbą procedur, które badający wykonał [3]. Lumsden i współpracownicy ocenili zdolność 2 fizjoterapeutów do oceny uszkodzenia stożka rotatorów po 6 miesiącach używania USG. Fizjoterapeuci odbyli 3 dniowy kurs ultrasonografii układu mięśniowo-szkieletowego oraz 3 dniową indywidualną naukę USG stawu barkowego. Badanie zostało przeprowadzone na 20 pacjentach. Uszkodzenie stożka było potwierdzone artroskopowo lub za pomocą MRI. Do badania wykorzystano przenośny aparat USG z głowicą liniową 5-10MHz. Zostały przyjęte standardowe kryteria oceny jak; stożek prawidłowy, częściowo i całkowicie uszkodzony. Artroskopia/MRI wykazała 13 prawidłowych stożków, 6 częściowo i 11 całkowicie uszkodzonych. Uzyskane wyniki dla całkowitych uszkodzeń wyniosły odpowiednio: czułość 73% i specyficzność 79% dla terapeuty A oraz odpowiednio 64% i 79% dla terapeuty B. Ogólne wyniki podsumowujące to czułość 91%, specyficzność 62%, pozytywna wartość przewidywana 76%, negatywna wartość przewidywana to 84% oraz dokładność 78%. W konkluzji autorzy artykułu podkreślają dobry poziom dokładności w ocenie uszkodzeń pierścienia rotatorów już w pierwszym roku wykorzystywania USG do badań. Rokują również dalszą poprawę wskaźników wraz z trwającym treningiem i rosnącym doświadczeniem [46].

sprain or learning a proper control of the muscles lowering the humeral head in shoulder impingement syndrome.

Obviously, these examples do not reflect the potential applications of sonofeedback in physiotherapy. This is a novel tool and the possibilities to use it are virtually unlimited, therefore it seems that in the nearest future we can witness sudden expansion of biofeedback based on diagnostic USG in everyday physiotherapist's activities.

## IS IT POSSIBLE FOR A PHYSIOTHERAPIST TO LEARN USG IMAGING?

Up to recent years, USG diagnosing was used by professional radiologists, orthopaedists or gynaecologists. Now it is used by other medical professionals, such as physiotherapists, specialists in medical aid or anaesthesiologists. Ultrasound diagnosing depends mostly on the examiner's experience and an accurate diagnosis depends on the thorough knowledge of anatomy, however, it is also determined by the number of procedures performed by the examiner [3]. Lumsden et al. assessed the ability to estimate the extent of rotator cuff damage by two physiotherapists after 6 months of using ultrasound imaging. Before, the physiotherapists participated in a 3 day course of the musculoskeletal system US imaging and in the 3 day individual learning of shoulder joint USI. The study was carried out in a sample of 20 patients. Rotator cuff damage was confirmed by arthroscopy or MRI. A portable ultrasonography machine with 5-10MHz linear head was used for the examination. Standard assessment criteria were accepted, such as: normal, partly and totally damaged cuff. Arthroscopy/MRI showed 13 normal, 6 partly damaged and 11 totally damaged rotator cuffs. The results obtained for total damage were: sensitivity and specificity – 73% and 79% respectively for therapist A and 64% and 79% respectively for therapist B. The obtained mean values were 91%, 62%, 76%, 84% and 78% respectively for sensitivity, specificity, the positive predicted value, the negative predicted value and accuracy. In conclusion, the authors emphasise the good level of accuracy in rotator cuff damage assessment, already during the first year in using USI for examination. Further improvement of the indices with training and increasing experience is also predicted [46].

## KORZYŚCI ZE STOSOWANIA USG W CODZIENNEJ PRAKTYCE

Korzyści z wykorzystania w codziennej pracy USG można upatrywać w poprawie możliwości diagnostycznych, dokładnym pomiarze interesujących nas parametrów oraz jako dodatkowe narzędzie terapeutyczne wspomagające i ułatwiające proces leczenia. Diagnostyka USG zaburzeń kontroli motorycznej może być doskonałym uzupełnieniem badania fizykalnego. Za pomocą rąk terapeuty i głowicy ultradźwiękowej można obejrzeć zachowanie się różnych struktur zarówno w spoczynku, ale co ważniejsze podczas ruchu. Badanie może odbywać się w różnych pozycjach pacjenta dzięki czemu możemy ocenić zachowanie się tkanek w specyficznych funkcjach i codziennych aktywnościach. Ważną zaletą jest możliwość monitorowania postępów terapii [47], a także ocena poprawności zadania ruchowego. Jeśli zadanie to realizowane jest nieprawidłowo (nieprawidłowa rekrutacja mięśni) natychmiast możliwe jest wprowadzenie odpowiedniej korekty [15].

Innymi zaletami wykorzystania USG jest jego mobilność i nieinwazyjność. Brak promieniowania jonizującego czyni to narzędzie w 100% bezpiecznym co pozwala na nieomal nieograniczone czasowo możliwości jego wykorzystania zarówno w terapii, jak i ocenie jej efektów. Nie bez znaczenia jest również aspekt ekonomiczny, który można traktować dwuwymiarowo. Przenośne urządzenia USG w dzisiejszych czasach mają przystępne ceny, dzięki czemu są dostępne dla fizjoterapeuty. Z drugiej strony wykorzystanie przez fizjoterapeutów USG poprawia skuteczność i efektywność programu terapeutycznego, a co za tym idzie skraca czas powrotu do zdrowia, redukując tym samym koszty terapii.

## JAK USG WYPADA NA TLE INNYCH METOD DIAGNOSTYCZNYCH

Identyfikacja, ocena i monitorowanie różnych struktur układu mięśniowo-szkieletowego rozwinęło się dzięki postępowi technicznemu, który pozwolił na stworzenie takich narzędzi badawczych jak rezonans magnetyczny (MRI), tomografia komputerowa (CT) oraz ultrasonografia (USG). Każda z tych nowych technologii daje informacje pozwalające na lepsze zrozumienie kliniczne mechanizmów zaburzeń układu mięśniowo-szkieletowego. Każda z metod ma swoje zalety i swoje wady i żadna nie jest gorsza (co obrazuje Tabela 1). Dla fizjoterapeuty zdecydowanie najlepsze jest badanie USG ze względu na możliwość samodzielnego obrazowania w czasie rzeczywistym zarówno w warunkach statyki, jak i dynamiki.

## CO JESZCZE MOŻNA ZOBACZYĆ W USG?

### Mięśnie

USG można wykorzystać jako narzędzie do oceny aktywności mięśni (w przypadku mięśni głębokich prawie nigdy nie jesteśmy pewni czy pacjent je aktywizuje), a także do oceny ich uszkodzenia lub zerwania. Poprzez możli-

## ADVANTAGES OF USING USG IN EVERYDAY PRACTICE

The advantages of using USG in everyday practice include the improvement of diagnostic potential, accurate measurement of the parameters of interest and an additional diagnostic tool, supporting and facilitating treatment process. USG diagnosing of motor control disorders may be an excellent approach, complementary to physical examination. The therapists hands and the ultrasound head allow us to observe the behaviour of various structures, at rest and, more importantly, during movements. Such an examination may be performed in different positions, enabling evaluation of body tissues during specific and everyday activities. Importantly, the examination enables monitoring of the therapy progress[47] and assess the correctness of motor task performance. If the task is incorrectly performed (incorrect muscle recruitment), it is possible to correct it at once [15].

Other advantages of using USG imaging include mobility and non-invasiveness of this approach. Thanks to the lack of ionising radiation, the device is safe in 100% which allows nearly time-unlimited use, both in treatment and in assessment of therapeutic effects. The two-dimensional economic aspect is also important. The prices of portable ultrasonographs are nowadays reasonable; therefore most of the physiotherapists can afford them. On the other hand, using USI in physiotherapy improves the efficiency and effectiveness of therapeutic programs, thus reducing recovery time and treatment expenses.

## THE COMPARISON OF USI AND OTHER DIAGNOSTIC APPROACHES

Identification, assessment and monitoring of various structures of the musculoskeletal system are now possible thanks to progress in technology which enabled the development of such tools as magnetic resonance imaging (MRI), computer tomography (CT) and ultrasonography (USG). Each of these new technologies provides the examiner with information enabling better clinical understanding of musculoskeletal system disorders. Each of these approaches has its advantages and disadvantages and none is worse (as presented in the Table 1). For a physiotherapist, USG is the best option due to the possibility of unaided imaging in real time, both under static and dynamic conditions.

## WHAT ELSE CAN BE REVEALED BY USG?

### Muscles

USG may be used as a tool for muscle activity assessment (in case of deep muscles, one can almost never be sure whether the patient activates them) as well as for the assessment of damage or tear. Thanks to the possibility of

Tab. 1. Porównanie obrazowania z wykorzystaniem rezonansu magnetycznego (MRI) oraz ultrasonografie (USG) w ocenie zaburzeń układu mięśniowo-szkieletowego [48]

Tab. 1. The comparison of the medical imaging performed with the use of the magnetic resonance imaging (MRI) and ultrasonography (USG) in the assessment of the musculoskeletal disorders [48]

	MRI	USG	CT
Koszty/Cost	Drogie/Expensive	Niedrogie/Inexpensive	Pośrednio/Intermediate
Dostępność/Accessibility	Mała/Difficult	Duża/Easy	Mała/Difficult
Promieniowanie jonizujące/Ionizing radiation	Nie/None	Nie/None	Tak/Yes
Wspomaganie zabiegów/Supports intervention	Tak/Yes	Tak/Yes	Tak/Yes
Subiektywna ocena/Operator dependend	Nie/None	Tak/Yes	Nie/None
Obrazowanie w wielu płaszczyznach/Imaging capability planes	Wiele/Multi	Różne osie do powierzchni stawowych/Variable axes to joint surface	Wiele/Multi
Anatomia/Anatomy			
Mięśnie/Muscle	Doskonale/Excellent	Dobrze/Good	Dostatecznie/Fair
Tłuszcz/Fat	Doskonale/Excellent	Dostatecznie/Fair	Nie ocenia się/No role
Ścięgna, pochewki ścięgien/Tendons, sheaths	Dobrze/Good	Doskonale/Excellent	Nie ocenia się/No role
Wiązadła/Ligaments	Dobrze/Good	Doskonale/Excellent	Nie ocenia się/No role
Błona maziowa/Synovial membrane	Dobrze/Good	Doskonale/Excellent	Nie ocenia się/No role
Kość/Bone	Doskonale/Excellent	Dobrze/Good	Dobrze/Good
Chrząstka/Cartilage	Dobrze/Good	Doskonale/Excellent	Dostatecznie/Fair
Stan zapalny/Inflammation	Doskonale/Excellent	Dobrze/Good	Nie ocenia się/No role
Liczba stawów w badaniu/Numer of joints session	Kilka/Few	Wiele/Many	Kilka/Few
Obrazowanie w czasie rzeczywistym/Real time scanning	Tylko kardiologia/ Cardiac only	Tak/Yes	Nie ocenia się/No
Tolerancja pacjenta/Patient tolerance	Różnie/Variable	Dobrze/Good	Różnie/Variable

wość obejrzenia mięśnia z różnych płaszczyzn możemy znacznie łatwiej zlokalizować rozerwania, ocenić i zmierzyć wielkość krwiaka oraz monitorować proces zdrowienia. Ocena przestrzeni pomiędzy mięśniem a powięzią może pozwolić zaobserwować sklejenia i zbliznowacenia tkanek. Ogromną zaletą badania USG jest możliwość monitorowania aktywności mięśni w czasie rzeczywistym (tzn. w trakcie ich skurczu). Zwiększa to z jednej strony możliwości doboru optymalnych procedur (ćwiczeń) terapeutycznych, z drugiej natomiast daje sposobność ilościowej oceny skuteczności zastosowanego programu usprawniania.

seeing the muscle from various planes, we can much easier determine the location of tears, assess or measure the size of hematomas and monitor the healing process. Assessment of the space between the muscle and the fascia enables observation of tissue adhesions and scarring. A big advantage of USG is a possibility of muscle activity monitoring in real time (namely during contraction). On one hand, it increases the range of optimal procedures (exercises) to be chosen and, on the other hand, it provides an opportunity of quantitative assessment of the rehabilitation program effectiveness.



### Ścięgna

Ścięgna podobnie jak mięśnie można badać w sposób statyczny oraz dynamiczny co pozwala na oszacowanie nie tylko ich wewnętrznej struktury, ale także zbliżenie, podwichnięć, niestabilności oraz patologicznych zmian w ich otoczeniu takich jak tenosynowitis. Możemy ocenić oczywiście zmiany zwyrodnieniowe ścięgna, entezopatie, kalcyfikacje oraz zmiany urazowe, takie jak zerwania i naderwania oraz śledzić proces ich gojenia.

### Kości

Chociaż USG nie należy do powszechnych badań kości niemniej jednak może być przydatne do oceny okostnej, ponieważ widoczne są jej przerwania szczególnie w ocenie złamań, złamań z przeciężenia, zapalenia kości. Możemy również obserwować wyrośla kostne, zmiany rozwojowe, jak również skostnienia pozaszkieletowe. Obrazując kości, mamy też dobrą orientację co do oceny innych struktur takich jak np. pierścieni rotatorów (poprzez identyfikację ścięgna mięśnia dwugłowego w rowku). Pomiary pomiędzy punktami kostnymi mogą być przydatne w ocenie patologii oraz w ocenie postępów terapii (np. zespół cieśni podbarkowej).

### Stawy

Najczęściej badaną strukturą w przypadku ultrasonografii układu mięśniowo-szkieletowego jest staw. USG jest doskonałym narzędziem do wykrywania wysięku w stawie, który może być wynikiem zarówno urazu, ale także zapalenia błony maziowej. Wysięk można ocenić również w zachyłkach stawu oraz w kaletkach. Ten sposób badania pozwala ocenić chrząstkę stawową, jej grubość, zarys i wykryć już we wczesnym stadium jej zwyrodnienie zarówno w chorobach reumatoidalnych, jak i zapaleniach stawu. Bardzo dobrze widoczne są również łąkotki stawowe i ich uszkodzenia oraz zerwania i naderwania więzadłowe, co pozwala na ocenę stabilności stawu. Istotną zaletą w badaniu stawu w odróżnieniu od innych metod diagnostyki obrazowej jest możliwość badania dynamicznego wykonując ruchy kątowe, bądź translatoryczne i obserwując równocześnie zachowanie się różnych struktur wewnątrzstawowych (przykładem może być ocena zachowania się łąkotec w stawie kolanowym podczas ruchu, czy w aparatach z dobrą jakością obrazowania zachowanie głęboko położonych więzadeł krzyżowych).

### Nerwy

W obrazie USG wygląd nerwu jest zbliżony do wyglądu ścięgna. Dla fizjoterapeuty istotnym jest możliwość oceny „niestabilności” nerwu (np. nerw łokciowy na wysokości rowka) oraz stanu nerwu w zespołach uciskowych (np. zespół kanału nadgarstka). Podobnie jak w ocenie ścięgien i mięśni możliwe są do zaobserwowania sklejenia i zbliżenie drażniące nerw oraz zmiany pourazowe takie jak uszkodzenia związane z naciągnięciem czy stłuczenia nerwu. Widoczne są również patologiczne zmiany takie jak nerwiak (neuroma) oraz zaburzenia w ukrwieniu. Na potrzeby fizjoterapii szczególnie cenna jest możliwość monitorowania dynamicznych właściwości nerwów obwodowych. Pozwala to wykrywać miejsce zaburzeń neuromechaniki oraz

### Tendons

Like muscles, tendons may be examined under static and dynamic conditions, which allows estimation of their internal structure as well as scarring, subluxations, instability or any pathological changes in the surrounding structures, such as tenosynovitis. Obviously we can assess degenerative changes in tendons, enthesopathies, calcifications and injury-related changes, such as major or minor tears and trace healing processes.

### Bones

Although USG is not a common approach in bone examination, it can be useful in the assessment of the periosteum, as the tears are visible, especially in assessment of fractures, stress fractures and bone inflammation. We can also see osteophytes, developmental changes as well as extraskelatal ossifications. Bone imaging also facilitates assessment of other structures, such as rotator cuff (through identification of biceps tendon in the groove). Measurements between osseous landmarks may be useful in evaluation of pathology and treatment progress (e.g. shoulder impingement syndrome).

### Joints

Joints are the most often examined structures of the musculoskeletal system, using USG. This approach is an excellent tool, enabling detection of intra articular effusion, due to injuries or synovitis. Effusion may be also assessed in articular recesses or bursae. This approach also allows assessment of the articular cartilage, its thickness and contour and detection of degeneration in its early stage, both in rheumatoid conditions and arthritis. The menisci as well as their damage, tears or incomplete ligament tears can also be very well seen, allowing the assessment of joint stability. A significant advantage of USG joint imaging, contrary to other methods of diagnostic imaging, involves the possibility of dynamic examination by angular movement performance or translation and simultaneous observation of the behaviour of other intra articular structures (e.g. assessment of the behaviour of menisci in the knee joint during movements or using the devices with good imaging quality to watch the deeply located cruciate ligaments).

### Nerves

In USG imaging, nerves are similar to tendons. For a physiotherapist it is important to be able to assess nerve “instability” (e.g. the cubital nerve at groove level) and the condition of nerves in impingement syndromes (e.g. carpal tunnel syndrome). Likewise in the assessment of tendons and muscles, adhesions and scarring irritating the nerve are visible as well as post-injury changes, such as nerve overpull or contusion. Pathological changes, such as neuroma or blood flow disorders are also visible. In physiotherapy it is essential to monitor dynamic properties of peripheral nerves. Monitoring allows detection of the presence and degree of neuromechanics disorders. Moreover, USG control enables selection of an optimal baseline position as

ich stopień. Ponadto, pod kontrolą USG można dobrać optymalną pozycję wyjściową oraz sposób i siłę aplikacji tzw. neuromobilizacji.

### Naczynia

Ocena naczyń krwionośnych nie wchodzi w zakres badania USG narządu ruchu wykonywanego przez fizjoterapeutę niemniej jednak należy pamiętać, iż może dochodzić do pewnych zmian czy uszkodzeń tego układu spowodowanych urazami i chorobami układu mięśniowo-szkieletowego. Naczynia mogą być oceniane zarówno w standardowej skali szarości, jak i w badaniu USG z opcją dopplerowską. Szczególnie uwagę należy zwrócić na ewentualne uszkodzenia naczyniowe w przypadku urazów takich jak złamania czy zwichnięcia stawów. Powtarzające się mikro-urazy mogą prowadzić do zauważalnego w obrazie USG powstania tętniaka lub niedrożności [49].

## PODSUMOWANIE

Duża wartość stosowania USG w fizjoterapii jest związana przede wszystkim z tym, że pozwala na dynamiczną ocenę różnych tkanek w czasie rzeczywistym zarówno w spoczynku jak i podczas ruchu. Jest doskonałym narzędziem pozwalającym na doprecyzowanie diagnozy funkcjonalnej oraz wychwycenie przeciwwskazań do terapii. Jego wykorzystanie zarówno w diagnostyce funkcjonalnej jak i w terapii poprawia kliniczną analizę układu kostno-stawowo-mięśniowego co zresztą podkreśla i zaleca wielu autorów.

Wykorzystanie USG w fizjoterapii niesie korzyści zarówno dla fizjoterapeutów jak i dla ich pacjentów. Dla fizjoterapeutów, gdyż pozwala na poprawę skuteczności i efektywności programu terapeutycznego oraz wzrost jakości świadczonych usług, dla pacjenta bo po prostu będą leczeni na znacznie wyższym poziomie.

Jak już zostało wspomniane w Polsce wykorzystanie USG w celach diagnostycznych i terapeutycznych przez środowisko fizjoterapeutów jest jeszcze mało dostępne natomiast zalety jakie ono niesie spowodują, że stanie się powszechnym narzędziem w niedalekiej przyszłości.

## PIŚMIENICTWO / REFERENCES

1. Whittaker JL, Teyhen D, Elliott JM, et al. Rehabilitative ultrasound imaging: understanding the technology and its application. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007;37:434-449.
2. Ikai M, Fukunaga T. Calculation of muscle strength per unit cross-sectional area of human muscle by means of ultrasonic measurement. *Int Z Angew Physiol* 1968;26:26-32.
3. McKiernan S, Chiarelli P, Warren-Forward H. Diagnostic ultrasound use in physiotherapy, emergency medicine and anaesthesiology. *Radiography* 2010;16(2):154-159.
4. Young A, Hughes I, Russell P, Parkers MJ, Nichols PJ. Measurement of quadriceps muscle wasting by ultrasonography. *Rheumatol Rehabil* 1980;19:141-148.
5. Hides JA, Stokes MJ, Saide M, Jull GA, Cooper DH. Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. *Spine* 1994;19:165-172.
6. Nowotny J, Saulicz E. Niektóre zaburzenia statyki ciała i ich korekcja. Katowice:AWF;1998.
7. Stokes MH, Hides JA, Nassiri DK. Musculoskeletal ultrasound imaging: diagnostic and treatment aid in rehabilitation. *Phys Ther Rev* 1997;2:73-92.
8. Teyhen D. Rehabilitative Ultrasound Imaging Symposium. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006; vol.36 (8).
9. Jull GA, Richardson CA. Motor control problems in patients with spinal pain: A new direction for therapeutic exercises. *J Manipulative Physiol Ther* 2000;23:115-117.
10. Hodges PW, Moseley LG. Pain and motor control of the lumbopelvic region: Effect and possible mechanisms. *J Electromyogr Kinesiol* 2003;13:361-370.

well as the way in strength of application, the so-called neuromobilization.

### Vessels

Assessment of blood vessels is not included in USG imaging of the motor organ, performed by a physiotherapist. Nevertheless, we should remember that some changes or damage may occur due to injuries and diseases of the musculoskeletal system. Vessels may be assessed both using a standard greyscale and Doppler ultrasound. Special attention should be paid to possible vascular damage due to injuries, such as joint fracture or subluxation. Repeatable microinjuries may lead to aneurysms or occlusions, visible in USG image [49].

## CONCLUSION

The value of USG imaging in physiotherapy is connected mainly with the possibility of dynamic assessment of various tissues in real time, both at rest and during movements. USG is an excellent tool, enabling precise functional diagnosing and determining contraindications for treatment. Using this approach in functional diagnosing and treatment improves clinical assessment of the osteomusculoskeletal system, which is emphasised and recommended by many authors.

Application of USG in physiotherapy is beneficial, both for physiotherapists and their patients. In case of physiotherapists, it enables improvement of the efficiency and effectiveness of the therapeutic program and service quality while the patients can benefit from a higher level of service.

As it has already been mentioned, in Poland the use of ultrasonography for diagnosing and treatment in physiotherapy is rarely available while the advantages of using this approach will make it a frequently applied tool in not too distant future.

11. Falla D, Jull G, Hodges P W. Feedforward activity of the cervical flexor muscles during voluntary arm movements is delayed in chronic neck pain. *Exp Brain Res* 2004;157:43-48.
12. Falla D, Bilenkij G, Jull G. Patients with chronic neck pain demonstrate altered patterns of muscle activation during performance of a functional upper limb task. *Spine* 2004;29:1436-1440.
13. Ng JKF, Richardson CA, Parnianpour M, Kippers V. EMG activity of trunk muscles and torque output during isometric axial rotation exertion: A comparison between back pain patients and matched controls. *J Orthop Res* 2002;20:112-121.
14. Van Dieen JH, Cholewicki J, Radebold A. Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhanced the stability of the lumbar spine. *Spine* 2003;28:834-841.
15. Teyhen DS, Miltenberger CE, Deiters HM, et al. The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing in manoeuvre in subjects with low back pain. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2005;35(6):346e55.
16. Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine* 1996;21:2763-2769.
17. Hides J, Richardson CA, Jull GA, Davies S. Ultrasound imaging in rehabilitation. *Aust J Physiother* 1995;41:187-193.
18. Stokes M, Hiders J, Nassiri DK. Musculoskeletal ultrasound imaging: Diagnostic and treatment aid in rehabilitation. *Phys Ther Rev* 1997;2:73-92.
19. Hides JA, Jull GA, Richardson CA. Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Spine* 2001;26:E243-248.
20. Bergmark A. Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthopedica Scandinavia* 1998;4:20-24.
21. Hodges P. Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? *Manual Therapy* 1999;4(2):74-86.
22. Panjabi M. The Stabilizing System of the Spine. Part I. Function, Dysfunction, Adaptation, and Enhancement. *Journal of Spinal Disorders* 1992;5(4):383-389.
23. Richardson C, Houdges P, Hades J. Kinezyterapia w stabilizacji kompleksu lędźwiowo-miednicznego. Elsevier; 2009.
24. Richardson CA, Hodges PW, Hides JA. Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization: A Motor Control Approach for the Treatment and Prevention of Low Back Pain. 2nd ed. Edinburgh, Scotland: Churchill Livingstone; 2004.
25. Van K, Hides JA, Richardson CA. The use of real-time ultrasound imaging for biofeedback of lumbar multifidus muscle contraction in healthy subjects. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2006;36(12):920-925.
26. Pressler JF, Heiss DG, Buford JA, Chidley JV. Between-day repeatability and symmetry of multifidus cross-sectional area measured using ultrasound imaging. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2006;36(1):10-18.
27. Whittaker JL. Abdominal ultrasound imaging of pelvic floor muscle function in individuals with low back pain. *J Manual Manipulative Ther* 2004;12:44-49.
28. Painter E, Ogle M, Teyhen DS. Lumbopelvic dysfunction and stress urinary incontinence: a case report applying rehabilitative ultrasound imaging. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007;37:499-504.
29. Ross JK, Bereznick DE, McGill SM. Determining cavitation location during lumbar and thoracic spinal manipulation: is spinal manipulation accurate and specific? *Spine* 2004;29:1452-1457.
30. Kiesel KB, Uhl TL, Underwood FB, Rodd DW, Nitz AJ. Measurement of lumbar multifidus muscle contraction with rehabilitative ultrasound imaging. *Man Ther* 2007;12:161-166.
31. Dietz HP, Wilson PD, Clarke B. The use of perineal ultrasound to quantify levator activity and teach pelvic floor muscle exercises. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 2001;12:166-168.
32. Kidd AW, Magee S, Richardson CA. Reliability of real-time ultrasound for the assessment of transversus abdominis function. *J Gravit Physiol* 2002;9:P131-132.
33. Whittaker JL, Thompson JA, Teyhen DS, Hodges P. Rehabilitative ultrasound imaging of pelvic floor muscle function. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2007;37(8): 487-498.
34. Pool-Goudzwaard A, van Dijke GH, van Gorp M, Mulder P, Snijders C, Stoeckart R. Contribution of pelvic floor muscles to stiffness of the pelvic ring. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2004;19:564-571.
35. Hodges PW, Sapsford R, Pengel LH. Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. *Neurourol Urodyn* 2007;26:362-371.
36. Smith MD, Coppieters MW, Hodges PW. Postural response of the pelvic floor and abdominal muscles in women with and without incontinence. *Neurourol Urodyn* 2007;26:377-385.
37. Smith MD, Russell A, Hodges PW. Disorders of breathing and continence have a stronger association with back pain than obesity and physical activity. *Aust J Physiother* 2006;52:11-16.
38. Eliasson K, Elfving B, Nordgren B, Mattsson E. Urinary incontinence in women with low back pain. *Man Ther* 2008;13(3):206-212.
39. White RD, McQuown D, McCarthy TA, Ostergard DR. Real-time ultrasonography in the evaluation of urinary stress incontinence. *Am J Obstet Gynecol* 1980;138:235-237.
40. Bo K, Sherburn M, Allen T. Transabdominal ultrasound measurement of pelvic floor muscle activity when activated directly or via a transversus abdominis muscle contraction. *Neurourol Urodyn* 2003;22:582-588.
41. Sherburn M, Murphy CA, Carroll S, Allen TJ, Galea MP. Investigation of transabdominal real-time ultrasound to visualise the muscles of the pelvic floor. *Aust J Physiother* 2005;51:167-170.
42. Peschers UM, Gingelmaier A, Jundt K, Leib B, Dimpfl T. Evaluation of pelvic floor muscle strength using four different techniques. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 2001;12:27-30.
43. Lee JP, Tseng WY, Shau YW, Wang CL, Wang HK, Wang SF. Measurement of segmental cervical multifidus contraction by ultrasonography in asymptomatic adults. *Man Ther* 2007;12(3):286-294.

44. Rankin G, Stokes M, Newham DJ. Size and shape of the posterior neck muscles measured by ultrasound imaging: normal values in males and females of different ages. *Man Ther* 2005;10:108-115.
45. Teyhen DS. Rehabilitative Ultrasound Imaging: The Roadmap Ahead. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007;37(8):431-433.
46. Lumsden G, Fallows R, Fletcher M, Price N, Sutherland S, Dodenhoff RM. Early experiences of physiotherapists using shoulder ultrasound in the detection of rotator cuff tears. Cambridge: British elbow and shoulder society; 2005.
47. Backhaus M, Burmester G-R, Gerber T, et al. Guidelines for musculoskeletal ultrasound in rheumatology. *Annals of the Rheumatic Diseases* 2001;60: 641-649.
48. Tan AL, Wakefield RJ, Conaghan PG, Emery P, McGonagle D. Imaging of the musculoskeletal system: magnetic resonance imaging, ultrasonography and computed tomography. *BestPract Res Clin Rheumatol* 2003;17:513-528.
49. Bianchi S, Martinoli C. *Ultrasonografia układu mięśniowo-szkieletowego*. Warszawa: Medipage; 2009.