

Teraźniejszość i przyszłość diagnostyki ultrasonograficznej narządu ruchu

Today and future of musculoskeletal ultrasound diagnostics

Przemysław J. Kotyla, Jarosław Rakoczy, Maciej Lewicki, Eugeniusz J. Kucharz

Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych i Reumatologii Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach, kierownik Katedry prof. dr hab. med. Eugeniusz J. Kucharz

Słowa kluczowe: ultrasonografia narządu ruchu, reumatoidalne zapalenie stawów, reumatyzm tkanek miękkich, zespół stożka rotatorów.

Key words: musculoskeletal ultrasound, rheumatoid arthritis, soft tissue rheumatism, rotator cuff syndrome.

Streszczenie

Ultrasonografia narządu ruchu jest jedną z najbardziej dynamicznie rozwijających się dziedzin obrazowania we współczesnej reumatologii. Szeroka dostępność do wysokiej klasy aparatury ultrasonograficznej, niewielki koszt badania, możliwość jego powtarzania oraz wykonywanie badania w czasie rzeczywistym stanowią o wielkiej wartości tej metody obrazowania. Ultrasonografia narządu ruchu pozwala na obrazowanie tkanek miękkich, mięśni, ścięgien i nerwów, a także zarysów chrząstek lub kości. W połączeniu z metodą dopplerowską umożliwia obrazowanie wczesnych nadżerek oraz ocenę dynamiki procesu zapalnego w stawie. W niniejszej pracy dokonano przeglądu najważniejszych zastosowań tej dziedziny obrazowania narządu ruchu.

Ultrasonografia narządu ruchu jest jedną z najszybciej rozwijających się dziedzin diagnostyki obrazowej układu stawowo-mięśniowego. Przez wiele lat pozostawała w cieniu tomografii komputerowej i rezonansu magnetycznego. Jednak w ostatnim dziesięcioleciu zanotowano wzrost zainteresowania tą metodą obrazowania, czego wyrazem jest lawinowo rosnąca liczba publikacji poświęconych tej dziedzinie diagnostyki. Rzeczywiście, diagnostyka ultrasonograficzna w rękach doświadczonego klinicyisty może stać się dodatkowym narzędziem umożliwiającym szybkie postawienie diagnozy i rozpoczęcie skutecznego leczenia [25]. Znaczenie ultrasono-

Summary

Musculoskeletal ultrasound is a branch of imaging of musculoskeletal system with very rapid development. Major advantages of this method are wide access to high quality ultrasound machines, low cost of examination, repeatability, and possibility to perform examination in real-time. Sonography facilitates imaging of soft tissues, muscles, nerves, tendons as well as shapes of cartilages and bones. With the use of Doppler method ultrasound gives insight in the formation and development of bone erosions and assessment of inflammatory activity. In this paper the most important applications of sonography in musculoskeletal system have been reviewed.

grafii zostało dostrzeżone i docenione przez krajowe i międzynarodowe towarzystwa specjalistyczne. Wyrazem tego jest publikacja wytycznych dotyczących zastosowania badania sonograficznego w reumatologii [1]. W wymaganiach programowych kształcenia specjalistycznego w dziedzinie reumatologii w naszym kraju znalazł się formalny zapis o konieczności zaznajomienia się z podstawami diagnostyki ultrasonograficznej przez wszystkich specjalizujących się lekarzy [26]. Uważa się obecnie, że wykonywanie badania osobiście przez klinicystę reumatologa stwarza wyjątkową okazję do połączenia badania fizykalnego, znajomości obrazu kliniczne-

Adres do korespondencji:

dr med. Przemysław J. Kotyla, Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych i Reumatologii, Śląska Akademia Medyczna, ul. Ziołowa 45/47, 40-635 Katowice

Praca wpłynęła: 21.10.2004 r.

go i jego patogenezy z obrazem sonograficznym, a tym samym do jego pełniejszej interpretacji. Wydaje się, że sonografia narządu ruchu może stać się dla reumatologa tym, czym echokardiografia dla klinicysty kardiologa.

W ramach corocznych zjazdów EULAR od 3 lat prowadzone są warsztaty ultrasonograficzne, mające na celu ujednoczenie techniki badania, wymagań sprzętowych, kryteriów diagnostycznych, a przede wszystkim szkolenie reumatologów z Europy w tej dziedzinie obrazowania. Rosnąca popularność sonografii narządu ruchu wynika z szerokiej dostępności do aparatów ultrasonograficznych, umiarkowanych wymagań sprzętowych, niewielkiego kosztu badania, możliwości jego powtarzania oraz wykonywania go w tzw. czasie rzeczywistym. Poważną wadą jest brak standaryzacji metody i wymóg dużego doświadczenia badającego [3, 8]. Uważa się, że pełną powtarzalność badania można uzyskać po wielu godzinach szkolenia w referencyjnej pracowni ultrasonograficznej, dodatkowo przeprowadzonego pod nadzorem biegłego w tej dziedzinie kolegi [24].

Wymagania sprzętowe

Postęp technologiczny ostatniego dziesięciolecia umożliwił większą dostępność do wysokiej klasy aparatów ultrasonograficznych, zwłaszcza dysponujących sondami o wysokiej częstotliwości. Zastosowanie aparatów o wysokiej jakości obrazu i dużej rozdzielczości umożliwiło wierne obrazowanie tkanek miękkich, ścięgien, nerwów, a także chrząstek i zarysów powierzchni kości. Ultrasonografia jawi się ponadto jako niezastąpiona metoda w obiektywnym stwierdzaniu wysięku stawowego, zwłaszcza w obrębie niedostępnych badaniu fizykalnemu stawów biodrowych [2].

Wybór sondy ultrasonograficznej wynika z rodzaju badanej tkanki. Do obrazowania struktur powierzchniowych wymagane są głowice o częstotliwości 7 MHz i większej. Dla przykładu, sondy o częstotliwości 20 MHz używane są z powodzeniem do obrazowania struktur skóry i tkanki podskórnej. Sondy o tak dużej częstotliwości służą obecnie do rozpoznawania twardziny układowej oraz monitorowania jej przebiegu i leczenia [18]. Z kolei struktury położone głębiej dają się uwidocznić lepiej przy zastosowaniu głowic o mniejszej częstotliwości, tj. 3,5–5 MHz. Za pomocą takich głowic można zobrazować stawy biodrowe, barki, struktury ud i podudzi [6]. Sondy o wysokiej częstotliwości charakteryzują się bardzo dobrą rozdzielczością liniową, co, niestety, odbywa się kosztem bardzo płytkiej penetracji wiązki ultradźwiękowej w głąb tkanek. Wielkość sondy sonograficznej powinna być dobrana w zależności od rodzaju tkanek, które chcemy uwidocznić; duże głowice nadają się do obrazowania mięśni ud, stawów kolanowych, stawów ramieniowych i biodrowych, podczas gdy stawy rąk, struktury tkanek miękkich łatwiej uwidocznić przy użyciu małej sondy.

Do niedawna zastosowanie kolorowego dopplera było kwestią osobistego wyboru badającego, jednakże gwałtowny rozwój tej metody obrazowania i zachęcające wyniki światowych i polskich badań w zakresie zastosowania kolorowego dopplera w diagnostyce wczesnych zmian w reumatoidalnym zapaleniu stawów [4] zdają się przemawiać za zastosowaniem w aparacie ultrasonograficznym przeznaczonym dla reumatologa (niestety, kosztem znacznie wyższej ceny aparatu) technologii dopplerowskiej.

Kompetencje badającego

Jednym z największych ograniczeń metody sonograficznej oceny układu kostno-stawowego są bardzo duże wymagania stawiane osobom podejmującym się wykonywania tego rodzaju badań. Mimo założenia, że aparat ultrasonograficzny ma być *przedłużeniem rąk* badającego reumatologa [16], wymaganą rzetelność opisów i powtarzalność obrazów można uzyskać wyłącznie po długotrwałym szkoleniu w wyspecjalizowanych pracowniach sonografii narządu ruchu [27]. Zalecenia dotyczące okresu szkolenia i liczby wykonanych badań różnią się między krajami, należy przyjąć, że jeżeli badania wykonuje się często, wystarcza ok. 6-miesięczne szkolenie lub wykonanie 300 badań pod nadzorem w akredytowanym ośrodku ultrasonograficznym [30]. Według badań duńskich zadowolającą jakość badań można osiągnąć po wykonaniu badania 50 kończyn (tj. 500 stawów) [27].

W ramach ubiegłorocznego kongresu EULAR w Berlinie odbyło się posiedzenie grupy roboczej ds. obrazowania w reumatologii – *Working Party on Imaging in Rheumatology*. W czasie tego spotkania sformułowano zalecenia dotyczące uzyskiwania certyfikatów kompetencji w zakresie ultrasonografii narządu ruchu. Osoba ubiegająca się o taki certyfikat musi odbyć kurs szkoleniowy podstawowy, zgodny z programem EULAR, a następnie przez co najmniej 6 mies. samodzielnie wykonać i udokumentować (zdjęcie z wideoprintera oraz opis obrazu) badanie 300 stawów – po 50 barku, łokcia, stawu ręki, stawów biodrowych kolanowych i stawów stóp. Wśród przedstawionych opisów 80% dotyczyć ma zmian chorobowych, pozostałe mogą przedstawiać stawy prawidłowe. Kolejnym krokiem jest odbycie centralnego kursu doskonalącego pod patronatem EULAR oraz zdanie egzaminu praktycznego. Należy mieć nadzieję, że regulacje te uporządkują rynek usług ultrasonograficznych w Europie.

Zastosowanie ultrasonografii w obrazowaniu struktur kostno-mięśniowych

Staw ramienny (bark)

Ultrasonografia, obok rezonansu magnetycznego, stanowi prawie idealne narzędzie do diagnostyki zmian cho-

robowych stawu ramiennego. Szczególne trudności diagnostyczne może stwarzać tzw. zespół bolesnego barku. Już sama nazwa sugeruje, że w definicję kliniczną został wpisany brak wiedzy o rzeczywistym udziale w procesie chorobowym któregoś z elementów barku. Bark jest w istocie złożoną strukturą anatomiczno-czynnościową, w skład której wchodzi staw ramienny, stożek rotatorów, kaletki – podbarkowa i podnaramienna, ścięgno mięśnia dwugłowego ramienia z jego pochewką, głowa kości ramiennej, staw obojczykowo-barkowy. Każda z tych struktur może być włączona w proces chorobowy, którego objawami klinicznymi są ból i ograniczenie ruchomości. Zastosowanie ultrasonografii pozwala na wyróżnienie takich zmian patologicznych barków, jak np. zespół stożka rotatorów. Zespół ten charakteryzuje się zmianami zwyrodnieniowymi, zapalnymi lub pourazowymi w obrębie ścięgien lub mięśni nadgrzebieniowego, podgrzebieniowego, obłego mniejszego i podłopatkowego. Najczęstszą lokalizacją zmian, ze względu na znaczenie w zapoczątkowywaniu ruchu ramienia, jest mięsień nadgrzebieniowy. Za pomocą ultrasonografii można rozpoznać urazy mechaniczne ścięgna, zmiany zapalne i zwyrodnieniowe. Metoda ta pozwala ponadto na zobrazowanie wysięków w kaletkach podbarkowej i podnaramiennej, a także wysięku w pochewce i uszkodzeń ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia. Ultrasonografia barku umożliwiła ponadto obrazowanie zmian zwyrodnieniowych stawu barkowo-obojczykowego [10]. Ze względu na częste wciągnięcie stawu ramiennego w proces chorobowy w przebiegu zapalenia stawów, zastosowanie ultrasonografii w ocenie zmian zapalnych może stanowić wartościową alternatywę dla drogiego badania z użyciem rezonansu magnetycznego. Jest to bardzo ważne, ponieważ staw ramienny często jest pierwszym dużym stawem włączonym w proces zapalny we wczesnym okresie reumatoidalnego zapalenia stawów [21].

Stawy kończyny górnej

Ultrasonografia stanowi skuteczne narzędzie w rozpoznawaniu zmian chorobowych stawu łokciowego, zmian zapalnych, zwyrodnieniowych ścięgien oraz entezopatii w obrębie kłykci kości ramiennej (łokieć tenisisty i golfisty). Przy zastosowaniu sond o wysokiej rozdzielczości i wysokiej częstotliwości możliwe jest wczesne wykrycie nadżerek występujących w zapalnych chorobach stawów. Pod kontrolą obrazu ultrasonograficznego możliwe jest wykonywanie biopsji łąszki stawowej i nadżerek stawowych [17]. Czułość wykrywania zmian zapalnych można dodatkowo podnieść, stosując obrazowanie przepływu krwi metodą dopplerowską. U podstaw wykorzystania tej metody leży zjawisko zwiększonego unaczynienia i wzmożonego przepływu krwi w miejscu procesu zapalnego [22]. Prowadzi się obecnie badania nad zastosowaniem obrazowania metodą kolorowego dopplera w monitorowaniu odpowiedzi na leczenie u chorych na

reumatoidalne zapalenie stawów [7]. Ultrasonografia stawów ręki pozwala na wykrywanie wysięków i pogrubienia torebek stawowych w obrębie stawów nadgarstka i stawów międzypaliczkowych, a także dokonywanie celowanych nakłuć diagnostyczno-leczniczych stawów.

Stawy biodrowe i stawy kończyny dolnej

Diagnostyka ultrasonograficzna stawów biodrowych ma chyba najdłuższą tradycję, ponieważ praktycznie bez oporów weszła do zestawu rutynowego badania ortopedycznego noworodków. Znacznie większe kłopoty napotkała sonografia stawów biodrowych u dorosłych, chociaż obecnie w części ośrodków uznawana jest już za najważniejsze badanie dodatkowe po badaniu fizykalnym [2]. Niezwykle cenną zaletą ultrasonografii stawów biodrowych jest zdolność do wykrywania wysięków oraz do wykonywania celowanych nakłuć diagnostyczno-leczniczych stawu biodrowego. Wadą jest brak standaryzacji metody, chociażby w ocenie, jaka ilość płynu w stawie może zostać uznana za nieprawidłową. W młodzięcym idiopatycznym zapaleniu stawów za taką granicę uznać należy 5,9 mm [6], w odniesieniu do dorosłych stosuje się różne kryteria, takie jak bezwzględna grubość warstwy płynu przekraczająca 3 mm, różnica w grubości warstwy płynu między zdrowym i zajęтым stawem ponad 2 mm, zmiany kształtu torebki stawowej, pogrubienie zarysu torebki stawowej powyżej 2 mm i inne [29]. Obecnie coraz powszechniej przyjmuje się, że grubość warstwy płynu dla rozpoznania wysięku musi przekraczać 9–10 mm.

Ultrasonografia wykonywana w obrębie kończyny dolnej pozwala na wykrywanie zmian entezopatycznych w obrębie gęsiej stopki, pasma biodrowo-piszczelowego, ścięgna mięśnia czworogłowego uda, ścięgna Achillesa i rozciągna podeszwowego. Ze względu na znaczny udział zakończeń nerwowych w obrębie przyczepów ścięgien, torebek stawowych i więzadeł, zmiany o charakterze entezopatycznym stanowią źródło dokuczliwego bólu [23]. Niekiedy stwarzają poważne kłopoty diagnostyczne, wymagające podejmowania drogiej i obciążającej chorego diagnostyki różnicowej. Zastosowanie sonografii pozwala na uwidocznienie tych zmian z dużą czułością i specyficznością [5, 12, 28].

Staw kolanowy jest kolejnym stawem, w którym zastosowanie ultrasonografii pozwala na postawienie prawidłowego rozpoznania przy ograniczeniu do minimum czasu i kosztów diagnostyki. Badanie umożliwia diagnostykę wysięku stawowego, uszkodzenia aparatu więzadłowego, zmian entezopatycznych oraz chondromalacji [11].

Diagnostyka sonograficzna nerwów

Sondy o wysokiej częstotliwości umożliwiają precyzyjne obrazowanie struktur nerwów obwodowych. Największe zastosowanie ultrasonografia znalazła w diagnostyce

zespołu cieśni kanału nadgarstka, stając się badaniem komplementarnym do badania elektromiograficznego [20]. Podobne znaczenie badanie ultrasonograficzne ma w rozpoznawaniu uszkodzeń nerwu łokciowego [19].

Znaczenie ultrasonografii w diagnostyce zmian narządowych w reumatologii

Poza przedstawionymi zastosowaniami ultrasonografii w diagnostyce układu ruchu badanie ultrasonograficzne jest nieocenionym narzędziem do rozpoznawania *internistycznych aspektów* układowych chorób tkanki łącznej. Ultrasonografia naczyń połączona z badaniem dopplerowskim jest cennym narzędziem w rozpoznawaniu zapaleń naczyń [9] i zespołu Raynauda [13]. W ośrodku autorów wykorzystywana jest również z powodzeniem do oceny zaawansowania zmian w przewodzie pokarmowym [14] oraz zatorowości mózgowej [15] u chorych na twardzinę układową.

Jak już wspomniano na wstępie, poważnym ograniczeniem rozpowszechnienia tej metody jest bardzo długie szkolenie. Wartym uznania krokiem zmierzającym do przewyższenia tych trudności są strony internetowe, przeznaczone do kształcenia lekarzy w tej ciekawej, ale trudnej dziedzinie diagnostyki obrazowej narządu ruchu. Poniżej zostały przedstawione niektóre adresy stron WWW zajmujących się tą problematyką:
www.reumatologia.org.pl
www.med.umich.edu/rad/muscskel/mskus/index.html
www.sameint.it/eular/ultrasound

Piśmiennictwo

- Backhaus M, Burmester GR, Gerber T, et al. Guidelines for musculoskeletal ultrasound in rheumatology. *Ann Rheum Dis* 2001; 60: 641-9.
- Bialik V, Volpin G, Jerushalmi J, et al. Sonography in the diagnosis of painful hips. *Int Orthop* 1991; 15: 155-9.
- Canoso JJ. Ultrasound imaging – a requirement for rheumatologists. *J Rheumatol* 2002; 29: 862-3.
- Ciechomska A, Andrysiak R, Serafin-Król M, et al. Imaging of erosions in rheumatoid arthritis MRI and US comparative study. *Ann Rheum Dis* 2003; 62 (suppl. 1): 331.
- Frediani B, Falsetti P, Storni L, et al. Ultrasound and clinical evaluation of quadriceps tendon enthesitis in patients with psoriatic arthritis and rheumatoid arthritis. *Clin Rheumatol* 2002; 21: 294-8.
- Friedman S, Gruber MA. Ultrasonography of the hip in the evaluation of children with seronegative juvenile rheumatoid arthritis. *J Rheumatol* 2002; 29: 629-32.
- Grassi W, Fiulipucci E. Is power Doppler sonography the new frontier in therapy monitoring. *Clin Exp Rheumatol* 2003; 21: 424-8.
- Grassi W. Sonography in rheumatology challenges and developments. *Ann Rheum Dis* 2003; 62 Eular 2003.
- Hunter G, Weyand C. Sonography in giant-cell arteritis *NEJM* 1997; 337: 1348-86.
- Iagnocco A, Coari G, Leone A, et al. Sonographic study of painful shoulder *Clin Exp Rheumatol* 2003; 21: 355-8.
- Jacobson JA, Van Holsbeeck M. Musculoskeletal ultrasonography. *Orthop Clin North Am* 1998; 29: 135-67.
- Kane D, Greaney T, Shannan M, et al. The role of ultrasonography in the diagnosis and management of idiopathic plantar fasciitis. *Rheumatology* 2001; 40: 1002-8.
- Keberle M, Tony HP, Hau M, et al. Colour Doppler ultrasound of the nailbed: an objective tool for monitoring responses to vasodilatory treatment of connective tissue disorders. *Rheumatology* 2001; 40: 954-5.
- Kotyla PJ, Kucharz EJ, Brzezińska-Wcisło L, et al. Gastric and gallbladder motility in patients with systemic sclerosis: Simultaneous real-time ultrasound study *Ann Rheum Dis* 2001; 60 (suppl 1): 199.
- Machowski J, Śliwińska-Kotyla B, Kotyla P, et al. TCD Doppler monitoring and microembolic signals in patients with systemic sclerosis *Pol Arch Med Wewn* 1998; 99 (suppl 1): 72.
- Manger B, Kalder JR. Joint and connective tissue ultrasonography – a rheumatologic bedside procedure? A German experience. *Arthritis Rheum* 1995; 38: 736-42.
- McGonagle D, Gibbon W, O'Connor P, et al. A preliminary study of ultrasound aspiration of bone erosion in early rheumatoid arthritis. *Rheumatology* 1999; 38: 329-31.
- Moore TL, Lunt M, McMinus B, et al. Seventeen-point derma ultrasound scoring system – a reliable measure of thickness in patients with systemic sclerosis. *Rheumatology* 2003; 42: 1559-63.
- Naffalli N. US in diagnosis of ulnar nerve dislocation. *Radiology* 2002; 223: 877-8.
- Nakamichi K, Tachibana S. Ultrasonographic measurement of cross-section of median nerve in carpal tunnel syndrome. Diagnostic accuracy. *Muscle Nerve* 2002; 26: 798-803.
- Olofsson Y, Book C, Jacobsson LT. Shoulder joint involvement in patients with newly diagnosed rheumatoid arthritis. *Scand J Rheumatol* 2003; 32: 25-32.
- Qvistgaard E, Rogind H, Torp-Pedersen S, et al. Quantitative ultrasonography in rheumatoid arthritis: evaluation of inflammation by Doppler technique. *Ann Rheum Dis* 2001; 60: 690-3.
- Resnick D, Niwayama G. Entheses and enthesopathy. *Radiology* 1983; 146: 1-9.
- Speed C, Bearcroft PW. Training in musculoskeletal sonography: report from the first BSR course. *Rheumatology* 2002; 41: 346.
- Speed CA, Bearcroft PW. Musculoskeletal sonography by rheumatologists: the challenges. *Rheumatology* 2003; 41: 241-2.
- Szechiński J, Willand P, Garwolińska H i wsp. Program specjalizacji w reumatologii. CMKP Warszawa, 2003.
- Szkudlarek M, Court Payen MC, Jacobsen S, et al. Interobserver agreement in ultrasonography of the finger and toe joints in rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum* 2003; 48: 955-62.
- Ulu Z, Omen B, Tarhan S, et al. Ultrasonographic evaluation of pes anserinus tendo-bursitis in patients with type 2 diabetes mellitus. *J Rheumatol* 2003; 30: 352-4.
- Van Holsbeeck TM, Fessell DP. Sonography of the Hip. In: *Musculoskeletal Ultrasound*. Holsbeeck MT, Introcaso JH (eds). Mosby, St Luis, 2001.
- Wakefield RJ, Gibbon WW, Emery P. The current status of ultrasonography in rheumatology. *Rheumatology* 1999; 38: 195-201.