

Ultrasonografia w dermatologii

Ultrasonography in dermatology

Łukasz Preibisz¹, Maciej Kamiński², Jakub Pietrzak²

¹Poradnia Dermatologiczna, Ambulatoryjna Opieka Specjalistyczna Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego w Warszawie
Kierownik AOS: lek. med. Marek Marecki

²Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego
Dziekan: prof. Andrzej K. Wróblewski

Przeł Dermatol 2013, 100, 330–337

STRESZCZENIE

Artykuł przedstawia przegląd możliwości, jakie daje ultrasonografia (USG) o wysokiej częstotliwości w praktyce klinicznej. Fizyczne uwarunkowania tej techniki powodują, że nadaje się ona zasadniczo do obrazowania skóry i umożliwia obserwowanie odbić od warstw tkanek tworzących skórę oraz niektórych zmian chorobowych w nich zachodzących. Zaprezentowane zostały przykładowe badania wykonywane w przypadkach twardziny ograniczonej, obrazy mikrosonograficzne i parametry istotne diagnostycznie. Parametry te mogą być zmierzone na obrazach i stanowić punkt wyjścia dla obiektywnych metod diagnostycznych wspomaganych komputerowo.

ABSTRACT

The paper presents an overview of possibilities given by high-frequency ultrasonography (USG) in clinical practice. Physical properties of this technique make it suitable basically for skin imaging, where we can see reflections from skin forming layers and certain skin diseases. Examples of examinations in morphea cases are presented: microsonographic images and diagnostically important parameters. Such parameters can be measured from images and be a basis of computer-aided objective diagnostic methods.

SŁOWA KLUCZOWE:

ultrasonografia o wysokiej częstotliwości, ultrasonografia klasyczna, twardzina skórna.

KEY WORDS:

high frequency ultrasound imaging, classic ultrasound imaging, morphea.

ADRES DO KORESPONDENCJI:

Łukasz Preibisz
Poradnia Dermatologiczna
Mazowiecki Szpital
Bródnowski w Warszawie
e-mail: preibisz@op.pl

WPROWADZENIE

Pierwsze próby badań ultrasonograficznych (USG) rozpoczęto ponad 35 lat temu. W pierwszej fazie koncentrowały się one na badaniu narządów jamy brzusznej, ale już wtedy myślano nad szerszym zastosowaniem tej techniki. Obecnie ultrasonografia jest standardową techniką nieinwazyjną stosowaną w wielu dziedzinach diagnostyki medycznej. Od początku też prowadzono prace zmierzające do wykorzystania tej techniki w dermatologii. W 1979 roku rozpoczęto

pierwsze badania skóry z zastosowaniem głowicy 15 MHz i uzyskano obrazy w projekcji A-mode, jednak metoda ta nie pozwalała na dokładną ocenę naskórka i skóry właściwej. Obrazowanie poszczególnych struktur skóry wymagało zastosowania głowic o większej częstotliwości, aby poprawić rozdzielczość otrzymanego obrazu. W latach 80. ubiegłego wieku w badaniach skóry wykorzystywano głowice o częstotliwości 20 MHz, co pozwalało na ocenę grubości skóry właściwej oraz uwidocznienie tkanki podskórnej. Rozdzielczość obrazu przy zastosowaniu

tej głowicy nie pozwalała jednak na precyzyjną ocenę zmian zachodzących w naskórku i skórze właściwej. Szczególnie trudne było uwidocznienie naskórka, ponieważ na jego obraz składało się głównie tzw. echo wejściowe, maskujące szczegóły budowy. Pod koniec lat 90. zaczęto prowadzić badania USG skóry z użyciem głowic 30–100 MHz, które umożliwiają już znacznie dokładniejszą ocenę zarówno skóry właściwej, jak i naskórka. Niestety ograniczeniem głowic o tak dużych częstotliwościach jest ich maksymalny zasięg przenikania w głąb tkanek, który np. dla głowicy 32 MHz wynosi do 6 mm, co nie pozwala na obrazowanie struktur położonych poniżej, czyli tkanki podskórnej wraz z powięzią. Tak więc pełny obraz można uzyskać, stosując zróżnicowane częstotliwości dźwięków.

Obecnie USG o wysokiej częstotliwości jest coraz częściej wykorzystywana jako technika diagnostyczna w dermatologii. Umożliwia ona nieinwazyjne oszacowanie parametrów fizycznych budowy skóry, takich jak grubość warstw czy ich echogeniczność (cecha związana z gęstością ośrodka). Na podstawie piśmiennictwa można stwierdzić, że pomiary tych wielkości stanowią cenną informację diagnostyczną, mówiącą o stanie danego obszaru skóry, o postępie choroby czy też o skuteczności zastosowanej terapii.

Również w Polsce pod koniec lat 90. XX wieku rozpoczęto prace nad wykorzystaniem USG o wysokiej częstotliwości (produkcji IPPT) w ocenie skóry. Skonstruowano pionierski mikrosonograf wyposażony w głowicę sektorową 20 MHz. W kolejnych latach aparatura była doskonalona i obecnie produkowany ultrasonograf ma głowicę sektorową dwuczęstotliwościową pozwalającą na obrazowanie skóry z zastosowaniem częstotliwości zarówno 32 MHz, jak i 40 MHz. Mikrosonograf został początkowo zbudowany na bazie standardowego komputera klasy PC, do którego dołączony był specjalny moduł sterujący głowicą wysokoczęstotliwościową. Obecnie dzięki kolejnym udoskonaleniom budowa mikrosonografu opiera się na aparacie produkowanym seryjnie. Dostępne są w nim trzy regulacje wzmocnienia: logarytmiczna, liniowa oraz regulacja zasięgu, co umożliwia otrzymanie optymalnego obrazu USG skóry. Szczególnie istotna jest regulacja zasięgu wzmocnienia ze względu na duże tłumienie fal ultradźwiękowych w skórze.

CHARAKTERYSTYKA OBRAZÓW MIKROSONOGRAFICZNYCH SKÓRY

Mikrosonograf μ SCAN (produkcji IPPT) pozwala na otrzymywanie obrazów w 64-stopniowej skali szarości w prezentacji B-mode w czasie rzeczywistym, szerokość obrazowania wynosi 5 mm, a maksymalna głębokość obrazowania 6 mm (ryc. 1.).

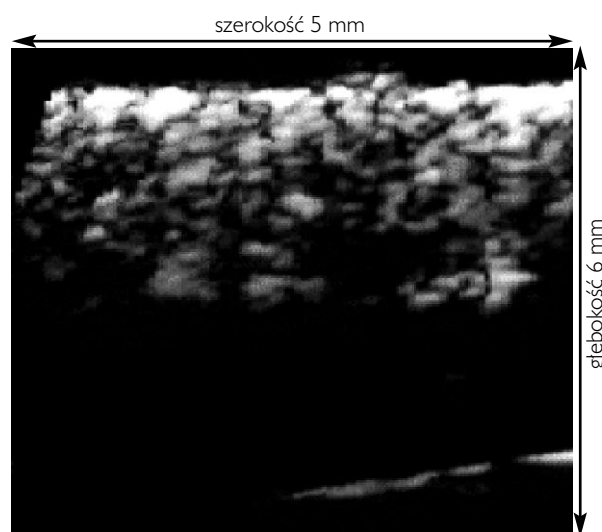
Obrazy uzyskane w badaniu USG są zapisywane i archiwizowane na oddzielnej stacji roboczej służącej do oceny zdjęć, wykonywania pomiarów skóry oraz do sporządzania opisów badań USG.

W obrazie USG skóry prawidłowej z zastosowaniem głowicy 32 MHz widoczne są przede wszystkim naskórek i skóra właściwa (ryc. 2.). Naskórek uwiadcza się jako położona najbardziej powierzchownie, cienka, hiperechogeniczna, nieregularna warstwa, nad którą widoczne są niewielkie obszary hiperechogeniczne odpowiadające łuskom zrogowaciałego naskórka. Często pomiędzy tymi łuskami widoczne są drobne pęcherzyki powietrza. Następną, niżej położoną, widoczną warstwą jest skóra właściwa. Jej obraz ultrasonograficzny, nawet w skórze prawidłowej, wykazuje dużą zmienność osobniczą. Powodują to przede wszystkim zmiany w grubości skóry właściwej w zależności od badanej okolicy, np. skóra uda, przedramienia, skóra twarzy, jak również zmiany liczby włókien kolagenowych i ilości płynu międzykomórkowego. Zwiększona liczba włókien kolagenowych powoduje wzrost echogeniczności, natomiast zwiększone uwodnienie – spadek echogeniczności skóry właściwej.

Na obrazie ultrasonograficznym prawidłowej skóry mogą być widoczne również mieszki włosowe, drobne naczynia skóry oraz ujścia gruczołów.

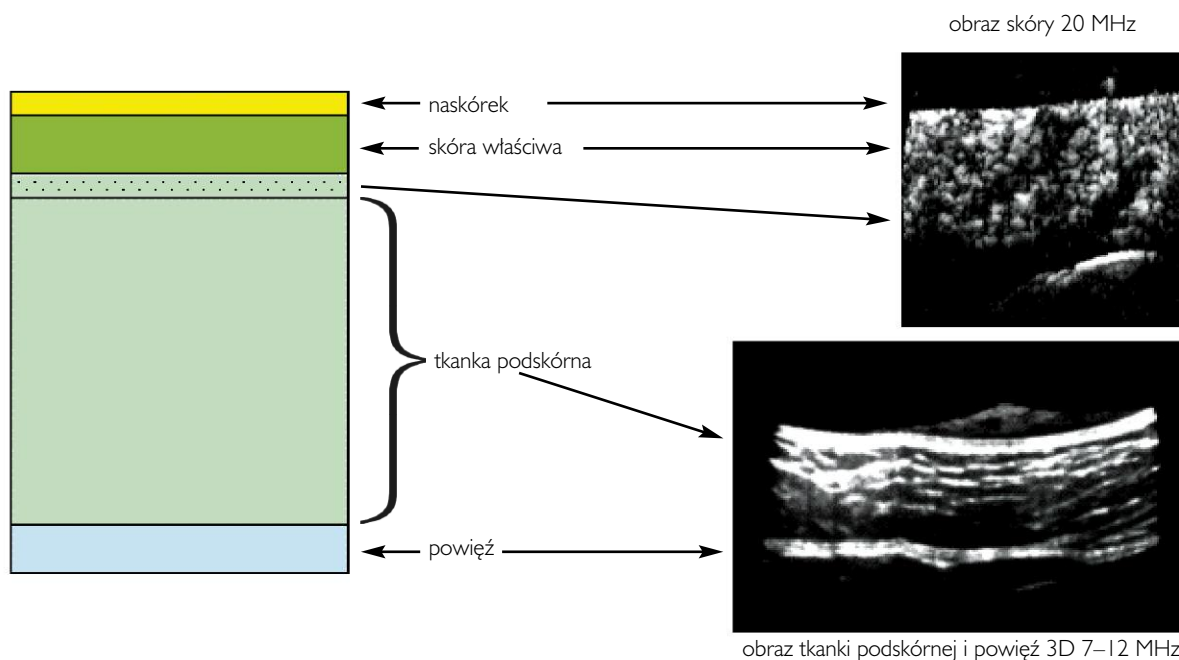
ULTRASONOGRAFIA SKÓRY – BADANIE DIAGNOSTYCZNE

Badanie USG skóry polega na ocenie obrazu zarówno w obrębie zmiany, jak i skóry prawidłowej w jednoczesnej lokalizacji. Przykładowo, w przypadku



Rycina 1. Schemat parametrów obrazowania ultrasonograficznego skóry, sonda 32 MHz

Figure 1. Scheme of ultrasonographic imaging parameters, 32 MHz probe



Rycina 2. Obraz skóry uzyskany głowicą 20 MHz oraz 7–12 MHz
Figure 2. Skin image obtained by 20 MHz (top) and 7–12 MHz (bottom) probes

zmiany umiejscowionej na prawym udzie porównuje się jej obrazem USG z obrazem skóry zdrowej na lewym udzie. Ważny jest pomiar grubości naskórka i skóry właściwej oraz porównanie tych obrazów. Podczas badania należy również porównać zmiany w obrazie naskórka i skóry właściwej między otrzymanymi zdjęciami.

W wielu procesach chorobowych toczących się w skórze można zauważyć niewielkie bezchowe przestrzenie w obrębie skóry właściwej odpowiadające miejscom obrzęku. Zmiany te mogą być widoczne jako niewielkie, ograniczone obszary, ale również jako cienkie bezchowe warstwy rozciągające się tuż pod naskórkiem bądź tuż nad tkanką podskórną. Trzeba także zwrócić uwagę na obecność mieszków włosowych oraz ujęć gruczołów w skórze. W ocenie naskórka należy zwrócić szczególną uwagę na jego regularność oraz ocenić, jak zaawansowane jest rogowacenie.

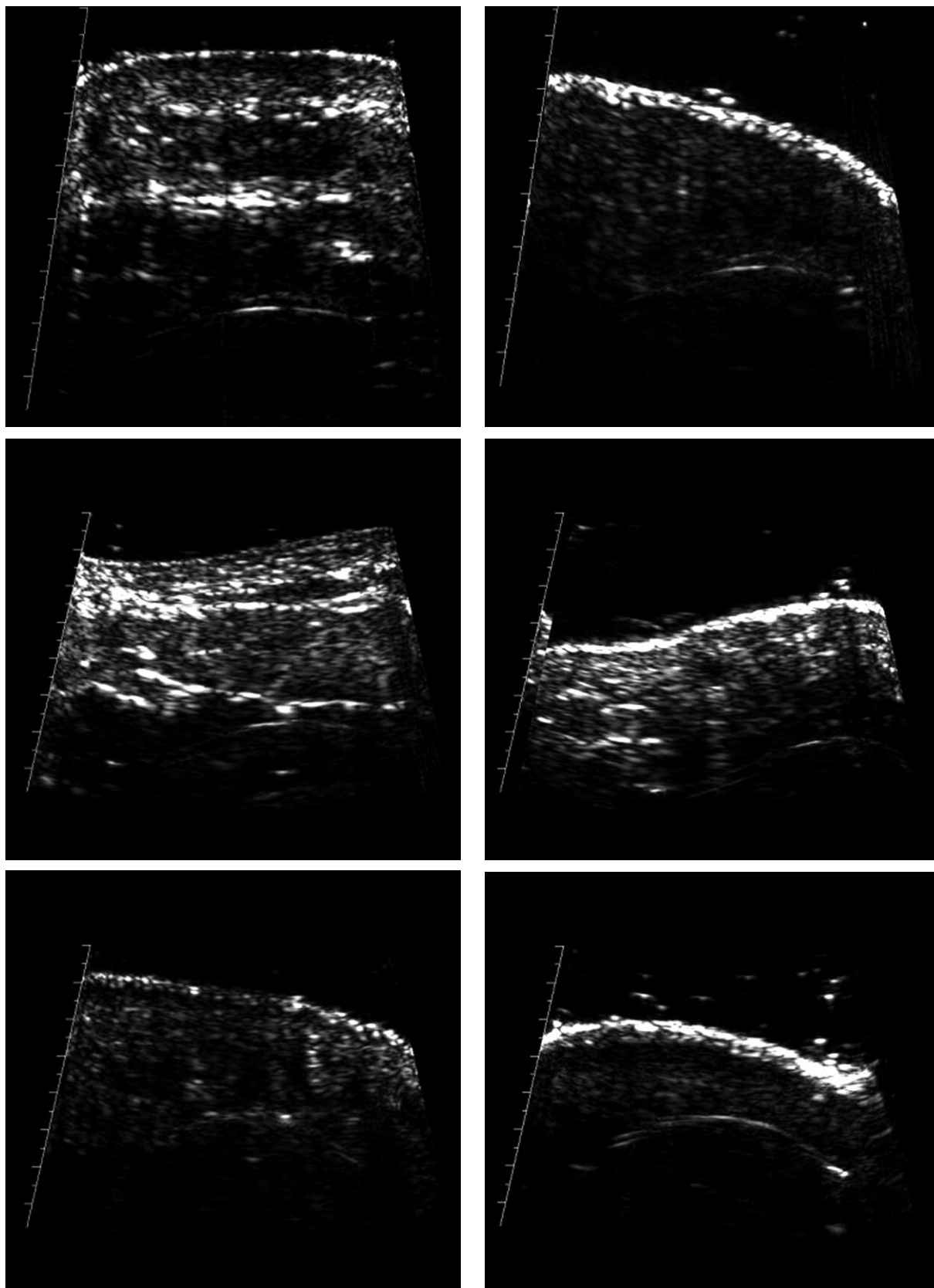
W zależności od badanego obszaru oraz wieku badanej osoby widać różnice w grubości warstw skóry oraz w liczbie przydatków (ryc. 3., 4.). Dobra widoczność naskórka wiąże się z grubością jego warstwy rogowej oraz z obecnością powietrza pomiędzy luźno rozłożonymi komórkami. Skóra właściwa charakteryzuje się niższą echogenicznością, co jest związane z obecnością licznych włókien kolagenowych i płynu międzykomórkowego. Tkanka podskórna w badaniu głowicą 32 MHz, ze względu na jej płytką penetrację, jest widoczna w niewielkim zakresie, obejmującym około 3 mm jej grubości.

Przy zastosowaniu sondy 32 MHz oraz 40 MHz niewidoczna jest powięź. W celu uwidocznienia zarówno całości tkanki podskórnej, jak i powięzi konieczne jest zastosowanie klasycznych aparatów ultrasonograficznych wyposażonych w głowice o częstotliwości minimum 7,5 MHz, a najlepiej około 10–13 MHz.

W badaniu zdrowej skóry za pomocą klasycznego ultrasonografu naskórek i skóra właściwa stanowią jedną, bardzo cienką warstwę, co nie pozwala na jej ocenę, natomiast możliwa jest ocena tkanki podskórnej oraz powięzi. W typowym badaniu ultrasonograficznym prawidłowa tkanka podskórna, składająca się z luźnej tkanki łącznej i tkanki tłuszczowej, uwidacznia się jako hipoechogeniczna przestrzeń z cienkimi pasmami hiperechogenicznymi, odpowiadającymi tkance łącznej włóknistej. Zazwyczaj wzdłuż tych pasm położone są naczynia krwionośne oraz nerwy, zwykle niewidoczne w badaniu USG w skali szarości.

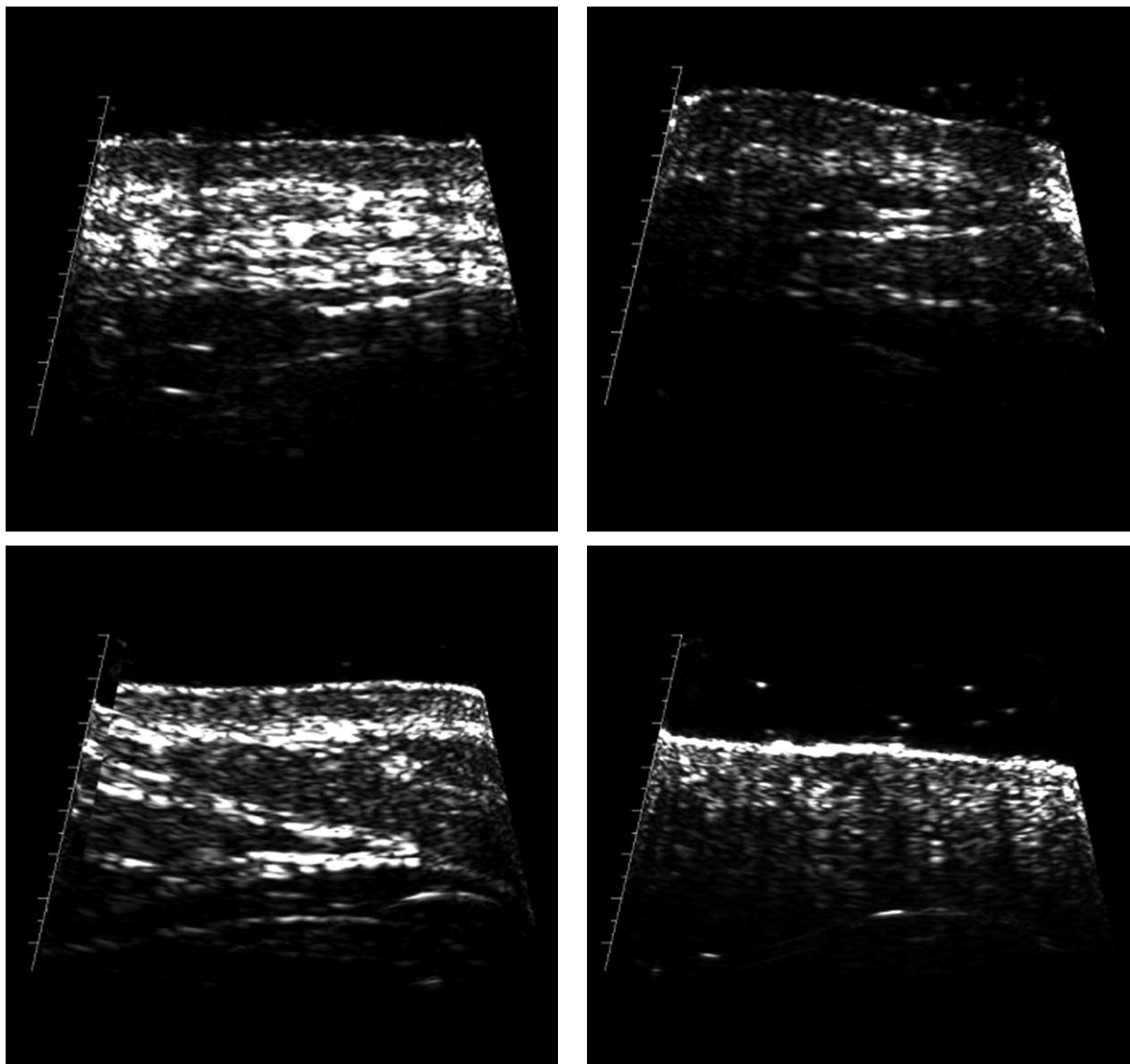
W badaniach za pomocą klasycznego ultrasonografu ocenia się obraz USG tkanki podskórnej i powięzi w obrębie zmiany oraz skóry prawidłowej w jednoimiennej lokalizacji.

Szczególną uwagę należy zwrócić na różnicę w grubości tkanki podskórnej i powięzi pomiędzy otrzymanymi obrazami. Poza tym istotna jest ocena różnic w echogeniczności tkanki podskórnej, które mogą być spowodowane procesem chorobowym. Zmniejszenie echogeniczności tkanki podskórnej obserwuje się w przypadku procesów zapalnych,



Rycina 3. Obrazy USG zmian twardzinowych. Po lewej obraz skóry zdrowej, po prawej obraz z obszaru zmiany świeżej dla trzech różnych pacjentów (w kolejnych wierszach)

Figure 3. USG images of morphea of three different patients (each in a separate row). Left column: healthy skin, right column: skin lesion, new changes



Rycina 4. Obrazy USG zmian twardzinowych. Po lewej obraz skóry zdrowej, po prawej obraz z obszaru zmiany zanikowej dla dwóch różnych pacjentów

Figure 4. USG images of morphea for two different patients (each in a separate row). Left column: healthy skin, right column: skin lesion, old changes

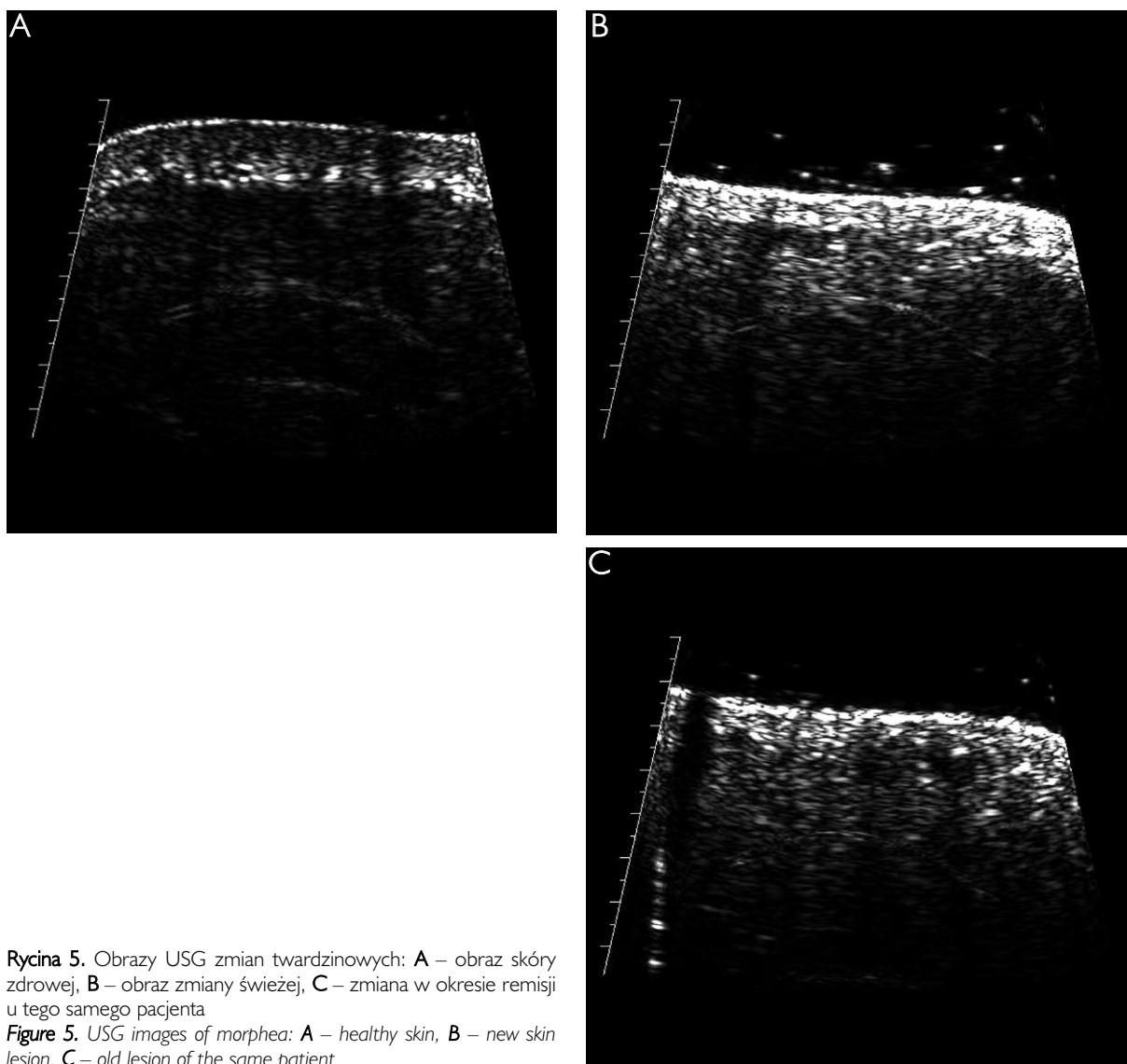
w których to w postaciach zaawansowanych można zauważyć niewielkie bezechowe obszary odpowiadające strefom obrzęku, natomiast zwiększenie echogeniczności tkanki podskórnej występuje głównie w przebiegu tych procesów chorobowych, które powodują przerost tkanki łącznej włóknistej. W ocenie powięzi trzeba zwrócić uwagę na to, czy występują w jej obrębie niewielkie hipoechogeniczne obszary, czy stanowi ona jednolitą strukturę, czy jej zarysy są równe i ostre czy też nierówne i pozaciągane. To porównanie umożliwia np. różnicowanie *fasciitis eosinophilica* od *morphea*, a co za tym idzie – czy proces chorobowy dotyczy powięzi, czy też jest zlokalizowany jedynie w skórze.

DIAGNOSTYKA ULTRASONOGRAFICZNA SKÓRY NA PRZYKŁADZIE ZMIAN TWARDZINOWYCH

Poniżej zostaną opisane cechy wyróżniające różne postaci twardziny możliwe do zaobserwowania na obrazach USG. Opisy obrazu klinicznego różnych odmian twardziny są dostępne w innych publikacjach, podobnie jak opisy obrazów USG innych chorób skórnych.

Morphea en plaque

Obraz ultrasonografii skóry w przypadku zmian o typie *morphea en plaque* jest zróżnicowany w zależności od zaawansowania i aktywności procesu chorobowego.



Rycina 5. Obrazy USG zmian twardzinowych: **A** – obraz skóry zdrowej, **B** – obraz zmiany świeżej, **C** – zmiana w okresie remisji u tego samego pacjenta

Figure 5. USG images of morphea: **A** – healthy skin, **B** – new skin lesion, **C** – old lesion of the same patient

wego (ryc. 5. A–C). W zmianach aktywnych (ryc. 5. B) na obwodzie widoczne jest w obrazie USG pogrubienie naskórka i skóry właściwej. W obrębie skóry właściwej obserwuje się strefę obrzęku, która może być położona na granicy skórno-naskórkowej, w centralnej części skóry właściwej lub na granicy skóry właściwej i tkanki podskórnej. Ponadto echogeniczność skóry właściwej jest obniżona w stosunku do echogeniczności w zdrowej skórze w jednoimiennej lokalizacji, natomiast w części centralnej obraz USG jest nieco odmienny. Stwierdza się znaczne pogrubienie naskórka i skóry właściwej, nie występuje strefa obrzęku, a echogeniczność skóry właściwej jest znacznie wyższa niż w skórze zdrowej w jednoimiennej lokalizacji.

W przypadkach zmian w okresie remisji (ryc. 5. C) obraz USG charakteryzuje się ścieńczeniem naskórka i skóry właściwej spowodowanym ich zanikiem. Echogeniczność skóry właściwej jest zbliżona do

echogeniczności skóry zdrowej w jednoimiennej lokalizacji. Szczególnie ważna jest ocena USG granicy zmiany, gdyż w niektórych przypadkach we wczesnym okresie remisji można zaobserwować niewielkie pogrubienie naskórka i skóry właściwej oraz cienką strefę obrzęku, co wiąże się z wygaszaniem procesu autoimmunologicznego.

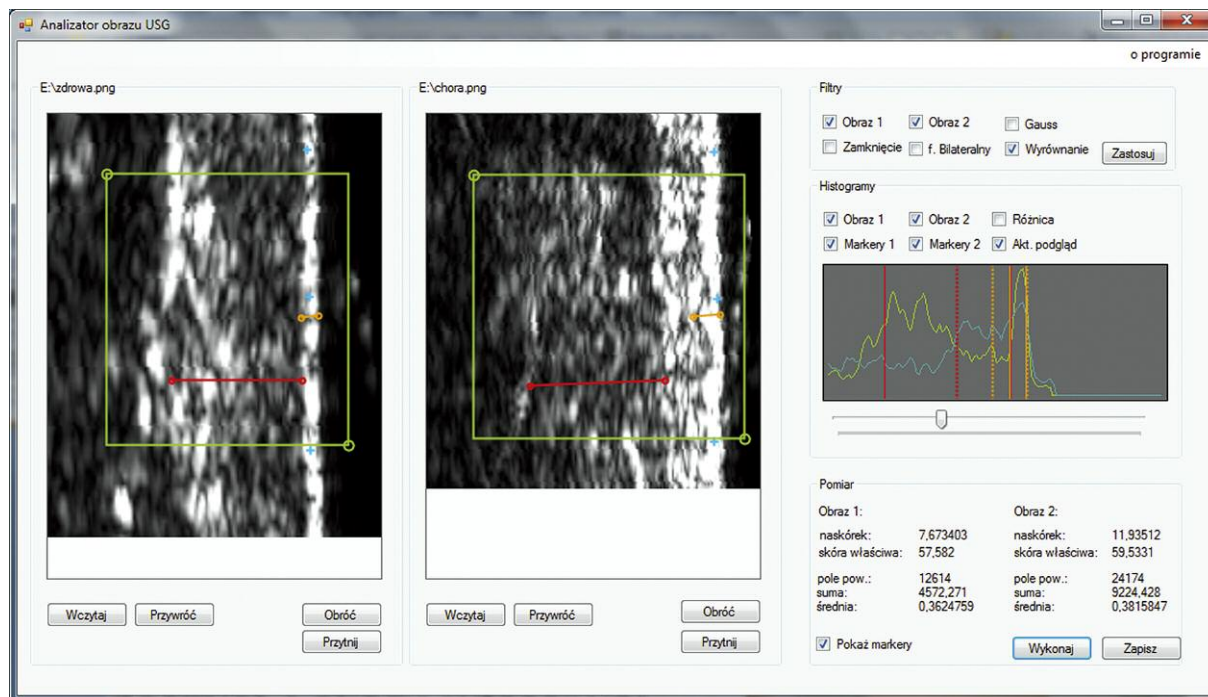
Wyżej opisywane cechy obrazów USG pozwalają na różnicowanie zmian aktywnych od zmian w okresie remisji.

Morphea disseminatum

W obrazach USG w porównaniu z *morphea en plaque* nie stwierdza się istotnych różnic.

Morphea profunda

W obrazie USG w obrębie całej zmiany widoczne jest pogrubienie naskórka oraz znaczne, ponaddwu-



Rycina 6. Przykład analizy obrazów USG wspomaganą komputerowo. Lewy obraz dla skóry zdrowej, obok obraz z obszaru zmiany. Widzimy wybór pól pomiarowych dla poszczególnych warstw skóry
Figure 6. Example of computer-aided analysis of USG images. Left image for healthy skin, next image for lesional skin. Measure areas for the selected skin layers can be seen

krotne pogrubienie skóry właściwej w stosunku do skóry zdrowej, co jest cechą charakterystyczną dla tej odmiany twardziny. We wczesnych zmianach oraz w okresie ich dużej aktywności skóra właściwa jest hipoechogeniczna, natomiast w okresie remisji dochodzi do wzrostu jej echogeniczności – staje się ona hiperechogeniczna. Obrzęk obecny w początkowym okresie choroby zlokalizowany jest głębiej niż w pozostałych odmianach twardziny i występuje na granicy skóry właściwej i tkanki podskórnej. W okresie remisji na obrazach USG obserwuje się tylko brak strefy obrzęku oraz hiperechogeniczną skórę właściwą, natomiast inne cechy obrazu się nie zmieniają.

Zmiany zanikowe w morphea

Zmiany zanikowe w przebiegu zejścia procesu zapalnego w twardzinie ograniczonej są podobne do tych obserwowanych w liszaju twardzinowym lub w *atrophoderma Pasini Pierini*. Za pomocą USG skóry nie udało się ich zróżnicować i wyodrębnić cech charakterystycznych dla poszczególnych typów zmian zanikowych, natomiast cała grupa ma swoje charakterystyczne cechy w obrazie USG.

W obrazie USG zmian zanikowych aktywnych oraz zmian związanych z remisją widoczne jest znaczne ścieńczenie zarówno skóry właściwej, jak i naskórka w obrębie całej zmiany. Echogeniczność naskórka jest taka sama jak w skórze zdrowej, natomiast skóra

właściwa jest hipoechogeniczna, co wydaje się związane z zanikiem struktur włóknistych. W zmianach aktywnych dodatkowo widoczna jest strefa obrzęku, obserwowana zarówno w obrębie całej zmiany, jak i w bezpośrednim otoczeniu, ale poza jej granicą.

KLASYFIKACJA OBRAZÓW ULTRASONOGRAFICZNYCH NA PODSTAWIE PRZEPROWADZONYCH POMIARÓW

Poza oceną wzrokową można dokonywać pomiarów ilościowych na podstawie obrazów USG. Ważną częścią tego rodzaju analizy jest właściwe zinterpretowanie grubości interesujących nas warstw skóry, które zmieniają się podczas procesu chorobowego. Dzięki takim pomiarom można podjąć decyzję o skierowaniu pacjenta na badania specjalistyczne, a także kontrolować proces rozwoju choroby czy skuteczność leczenia. Obrazy mają postać plików komputerowych i operacje na nich mogą być wykonywane za pomocą programów przystosowanych do ich obróbki.

Ponieważ aparaty do USG o wysokiej częstotliwości produkowane są obecnie również w Polsce (IPPT PAN), metoda ta ma szansę w najbliższych latach upowszechnić się w praktyce klinicznej. Aby wspomóc mniej doświadczonych użytkowników w ocenie obrazów USG skóry, w Zakładzie Fizyki Biomedycznej Uniwersytetu Warszawskiego we współpracy z Kliniką

Dermatologiczną Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego i Poradnię Dermatologiczną Szpitala Bródnowskiego został stworzony system wspomagający analizę tego rodzaju obrazów USG w postaci programu komputerowego.

Program umożliwia wczytanie zdjęć USG, jednego lub dwóch, oraz wybranie interesujących obszarów. Zestaw filtrów i innych narzędzi powinien pomóc użytkownikowi – nawet mało doświadczonemu w tej dziedzinie – podjąć decyzję o wyróżnieniu odpowiednich warstw w obrazach, a następnie zmierzyć ich grubość oraz średnią echogeniczność. Możliwość oglądania jednocześnie dwóch zdjęć pozwala dostrzec różnice dotyczące charakterystycznych cech skóry dla różnych lokalizacji, porównać czasy wykonania badania, pacjentów i obrazu skóry zdrowej oraz chorej. Parametry te mogą stanowić istotną pomoc diagnostyczną dla dermatologa.

Program ten wraz z instrukcją obsługi jest dostępny na portalu internetowym nieodpłatnie dla wszystkich zainteresowanych.

PODSUMOWANIE

Ultrasonografia jest jedną z niewielu metod nieinwazyjnej oceny zmian zachodzących w obrębie naskórka i skóry właściwej. Jest metodą pozwalającą na stosunkowo obiektywne porównanie zmian zachodzących w obrębie skóry w przebiegu leczenia, co jest niewątpliwie główną jej zaletą, gdyż dotychczas monitorowanie terapii opierało się głównie na subiektywnej ocenie klinicznej.

Dotychczas w badaniach klinicznych i diagnostycznych koncentrowano się zwłaszcza na ocenie zmian zachodzących w obrębie skóry bądź tkanki podskórnej, jednak jak wiadomo, w niektórych chorobach zmiany mogą dotyczyć zarówno skóry, jak i tkanek położonych poniżej, np. w chorobach tkanki łącznej. Wydaje się, że w tych procesach chorobowych należy koniecznie wykonać ultrasonografię o wysokiej częstotliwości oraz ultrasonografię klasyczną, co pozwala na pełną ocenę zmian zachodzących w strukturach położonych głębiej.

Ultrasonografia o wysokiej częstotliwości oraz klasyczna poza oczywistymi zaletami, takimi jak standaryzacja badania, możliwość przechowywania pełnej dokumentacji w celu późniejszego porównania, stwarzają bardzo ciekawe perspektywy zastosowań klinicznych, szczególnie w długoletniej, regularnej obserwacji pacjenta.

Ponadto na obrazach USG można przeprowadzać obiektywne pomiary wielkości fizycznych istotnych

diagnostycznie. Zmiany chorobowe charakteryzują się specyficznymi cechami na obrazach USG, które mogą być rozpoznawane poprzez porównanie z obrazami analogicznych fragmentów skóry zdrowej. Na podstawie pomiarów przeprowadzonych dla wybranych przypadków możliwe jest sformułowanie ścisłego kryterium klasyfikacji, które może być użyte jako wskaźnik diagnostyczny.

Praca wykonana w ramach grantu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr 3796/B/T02/2008/34.

Piśmiennictwo

1. **Nowicki A.:** Ultradźwięki w medycynie. IPPT, Warszawa, 2010.
2. **Alexander H., Miller D.L.:** Determining skin thickness with pulsed ultrasound. *J Invest Dermatol* 1979, 72, 17-19.
3. **Jemec G.B., Gniadecka M., Ulrich J.:** Ultrasound in dermatology. Part I. High frequency ultrasound. *Eur J Dermatol* 2000, 10, 492-497.
4. **Rallan D., Harland C.C.:** Ultrasound in dermatology – basic principles and applications. *Clin Exp Dermatol* 2003, 28, 632-638.
5. **Hoffmann K., Dirschka T., Schwarze H., Stücker M., El-Gammal S., Hoffmann A. i inni:** Non-invasive evaluation of inflammation in atopic dermatitis. *J EADV* 1994, 3, 347-353.
6. **Gupta A.K., Turnbull D.H., Harasiewicz K.A., Shum D.T., Watteel G.N., Foster F.S. i inni:** The use of high-frequency ultrasound as a method of assessing the severity of a plaque of psoriasis. *Arch Dermatol* 1996, 132, 658-662.
7. **Polńska A., Dańczak-Pazdrowska A., Silny W., Sadowska A., Jenerowicz D., Osmola-Mańkowska A. i inni:** High-frequency ultrasonography in monitoring the effects of treatment of selected dermatoses. *Post Derm Alergol* 2011, 28, 255-260.
8. **Szymańska E., Nowicki A., Młosek K., Litniewski J., Lewandowski M., Secomski W. i inni:** Skin imaging with high frequency ultrasound – preliminary results. *Eur J Ultrasound* 2000, 2, 9-16.
9. **Gniadecka M., Jemec G.B.E.:** Quantitative evaluation of chronological ageing and photoageing in vivo: studies on skin echogenicity and thickness. *Br J Dermatol* 1998, 139, 815-821.
10. **Pogorzelska-Antkowiak A., Antkowiak R.:** Problemy diagnostyczne i terapeutyczne twardziny ograniczonej. *Wiad Lek* 2006, 59, 5-6.
11. **Więsik-Szewczyk E., Olesińska M.:** Współczesny obraz kliniczny twardziny układowej. *Pol Merk Lek* 2010, 28, 416-420.
12. **Szymańska E., Maj M., Majsterek M., Litniewski J., Nowicki A., Rudnicka L.:** Zastosowanie ultrasonografii wysokiej częstotliwości w diagnostyce dermatologicznej – obraz ultrasonograficzny wybranych zmian skórnych. *Pol Merk Lek* 2011, 31, 37-40.
13. System wspomagania diagnostyki chorób skóry na podstawie zdjęć mikrosoneograficznych. Dostępne na: <http://bci.fuw.edu.pl/wiki/FIZMED:Usg>

Otrzymano: 11 VI 2013 r.

Zaakceptowano: 30 IX 2013 r.