

TRĄBKA, Natalia, KOWALCZYK, Klaudia, DEMIDOWICZ, Gabriela, LASOTA, Nina, CICHON, Katarzyna, CHYĆKO, Małgorzata, CZARNOTA, Julia, WIŚNIEWSKI, Wojciech, LAMBACH, Maciej and YOUNES, Martyna. The growing importance of high-efficiency ultrasound in diagnosis and management of dermatological diseases. *Journal of Education, Health and Sport*. 2023;39(1):160-174. eISSN 2391-8306. <https://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2023.39.01.013>
<https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/46021>
<https://zenodo.org/record/8413037>

The journal has had 40 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of 17.07.2023 No. 32318. Has a Journal's Unique Identifier: 201159. Scientific disciplines assigned: Physical Culture Sciences (Field of Medical sciences and health sciences); Health Sciences (Field of Medical Sciences and Health Sciences). Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 40 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 17.07.2023 Lp. 32318. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201159. Przyniesane dyscypliny naukowe: Nauki o kulturze fizycznej (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu); Nauki o zdrowiu (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu).

© The Authors 2023;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike.

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 30.08.2023. Revised: 15.09.2023. Accepted: 04.10.2023. Published: 06.10.2023.

The growing importance of high-frequency ultrasound in diagnosis and management of dermatological diseases

Rosnące znaczenie ultrasonografii wysokich częstotliwości w diagnostyce i leczeniu schorzeń dermatologicznych

1. Natalia Trąbka [NT]

Independent Public Clinical Hospital No. 4 in Lublin, Jaczewskiego 8 street, 20-954 Lublin, Poland

<https://orcid.org/0000-0001-8204-4741> | nataliatrabka1@gmail.com

2. Klaudia Kowalczyk [KK]

Pharmacy "Centrum Zdrowia", Grunwaldzka 21 street, 72-600 Świnoujście, Poland

<https://orcid.org/0009-0006-9661-2299> | klaudia.kowalczyk.97@icloud.com

3. Gabriela Demidowicz [GD]

Independent Public Clinical Hospital No. 4 in Lublin, Jaczewskiego 8 street, 20-954 Lublin, Poland

<https://orcid.org/0009-0007-6150-130X> | gabr9410@gmail.com

4. Nina Lasota [NL]

County Health Center in Brzeziny sp. z.o.o. st. Marii Skłodowska-Curie 6, 95-006 Brzeziny

<https://orcid.org/0009-0005-6625-4139> | b.lasota95@gmail.com

5. Katarzyna Cichoń [KC]

Independent Public Clinical Hospital No. 4 in Lublin, Jaczewskiego 8 street, 20-954 Lublin, Poland

<https://orcid.org/0009-0008-6965-3508> | katarzynaacichon@gmail.com

6. Małgorzata Chyćko [MC]

7th Navy Hospital in Gdańsk, Polanki 117 street, 80-305 Gdańsk, Poland

<https://orcid.org/0000-0002-1515-6038> | malgorzatachycko@gmail.com

7. Julia Czarnota [JC]

Franciszek Raszeja Memorial Municipal Hospital in Poznań
Mickiewicza 2 street, 60-834 Poznań

<https://orcid.org/0009-0009-9918-9168> | julia.czarnota1@gmail.com

8. Wojciech Wiśniewski [WW]

Stefan Kardynał Wyszyński Province Specialist Hospital in Lublin,
Kraśnicka 100 avenue, 20-718 Lublin, Poland

<https://orcid.org/0009-0002-0860-5808> | wwisniewski07@gmail.com

9. Maciej Lambach [ML]

Medical University of Lublin, al. Raclawickie 1, 20-059 Lublin

<https://orcid.org/0009-0004-3348-4272> | mlambach97@gmail.com

10. Martyna Younes [MY]

Najświętszej Maryi Panny Specialist District Hospital in Częstochowa, Bialska 104/118 street, 42-202 Częstochowa

<https://orcid.org/0009-0000-0544-600X> | martynamcygan@gmail.com

Corresponding author: Natalia Trąbka - Independent Public Clinical Hospital No. 4 in Lublin, Jaczewskiego 8 street, 20-954 Lublin, Poland; <https://orcid.org/0000-0001-8204-4741> ; nataliatrabka1@gmail.com

ABSTRACT

Introduction: High-frequency ultrasonography (HF-USG) uses frequency above 20 MHz, which allows to visualize skin layers and measure their thickness. As it is simple, non-invasive and reliable technique, it has become a relevant tool in the field of dermatology along with other methods like for example dermoscopy. It can be used not only for the evaluation, diagnosis and management of various skin diseases, but also for analysis of the healthy skin structure

Aim of the study: The aim of this review is to present information on the use of high-efficiency USG and its application in dermatology.

Materials and methods: The literature available in the PubMed and Google Scholar data bases was reviewed, using the following keywords: "dermatologic ultrasound", "skin ultrasound, "HFUS dermatology".

Conclusions: HFUS has given many opportunities in dermatology. Although ultrasound is not a new thing and it has been used in the field of dermatology for more than four decades, its significance has evolved with improvements in technology. We already have some pathognomonic sonographic features for skin lesions, but this amount will definitely increase due to the growing popularity of HFUS devices in clinical practice.

Key words: dermatologic ultrasound; skin ultrasound; HFUS dermatology

STRESZCZENIE

Wprowadzenie: Ultrasonografia wysokich częstotliwości (HF-USG) wykorzystuje częstotliwości powyżej 20 MHz, co pozwala na uwidocznienie warstw skóry i zmierzenie ich grubości. Jako że jest to prosta, nieinwazyjna i wiarygodna metoda, stała się istotnym narzędziem w dziedzinie dermatologii obok innych metod, takich jak na przykład dermatoskopia. Może być wykorzystywana nie tylko do oceny i diagnozy różnych chorób skóry, ale również do analizy struktury zdrowej skóry.

Cel pracy: Celem tej pracy jest przedstawienie informacji na temat zastosowania USG wysokich częstotliwości i możliwości jego wykorzystania w dermatologii.

Materiały i metody: Przeanalizowano literaturę dostępną w bazach PubMed i Google Scholar, używając przy tym słów kluczy: “dermatologiczne USG”, “USG skóry”, “HFUS dermatologia”.

Słowa klucze: dermatologic ultrasound; skin ultrasound; HFUS dermatology

Wstęp

Ultrasonografia wysokich częstotliwości (HF-USG) wykorzystuje częstotliwości powyżej 20 MHz. Na przestrzeni ostatnich lat pojawiło się wiele publikacji podkreślających znaczenie HFUS w diagnostyce chorób, ich leczeniu, a także w analizie zdrowej skóry oraz jej przydatków. [1] Uzyskiwane obrazy są na tyle dokładne, że mogą ułatwiać stawianie diagnozy oraz planowanie leczenia i ocenę jego efektywności. Dodatkowo, pod kontrolą USG można przeprowadzać wiele procedur, takich jak biopsja cienko i gruboigłowa, aspiracja limfocele, krwiaków i seromy czy elektrochemioterapia. [2] Do zalet tej metody należy także bezpieczeństwo, brak przeciwwskazań i konieczności specjalnego przygotowania pacjenta, łatwa dostępność - stosunkowo niski koszt i nieskomplikowany proces obsługi oraz brak konieczności oczekiwania na wynik – uzyskujemy obraz in vivo. [1, 3, 4]

Oczywiście, są też pewne ograniczenia tej metody - między innymi jej subiektywność i zależność dokładności opisu badania od doświadczenia specjalisty, a co za tym idzie - konieczność odpowiedniego i regularnego szkolenia lekarzy. [5]

Po raz pierwszy USG w dermatologii zastosowali Alexander i Miller w 1979 roku do pomiaru grubości ludzkiej skóry - zastosowane wówczas częstotliwości (15MHz) nie pozwalały na rozróżnienie poszczególnych jej warstw, ale dało to początek dalszym badaniom w tym obszarze. [3, 6] Jednakże, dynamiczny rozwój ultrasonografii skóry rozpoczął się na przełomie XX i XXI wieku, co było zasługą postępu w nowych technologiach komputerowych. Przełomem było wprowadzenie ultrasonografii wysokich częstotliwości. Wraz ze wzrostem częstotliwości, wzrasta rozdzielczość, ale maleje penetracja, dlatego obecnie w dermatologii stosuje się najczęściej częstotliwości między 20 a 50 MHz, co pozwala zobrazować wszystkie struktury skóry - naskórek, skórę właściwą, mięśnie, naczynia oraz przydatki. [3, 7] Użycie częstotliwości 20 MHz umożliwia uwidocznienie struktur na głębokości 8-10mm, a według zapewnień niektórych producentów, nawet do 15mm. [1]

HFUS wykorzystuje zjawisko polegające na pochłanianiu, rozpraszaniu i odbijaniu fal emitowanych przez głowicę. Podczas powrotu fal do głowicy, dochodzi do zmiany energii mechanicznej na elektryczną, co nazywamy efektem piezoelektrycznym. W wyniku przetworzenia sygnału elektrycznego, powstaje obraz widoczny na ekranie. [8, 9]

Za jasność obrazu odpowiada amplituda echa docierającego do przetwornika - duże amplitudy skutkują obrazami hiperechogenicznymi (kolor biały), a małe amplitudy dają obrazy hipoechogeniczne (kolor szary). Obrazy bezechowe są koloru czarnego. [9]

W naskórku za struktury hiperechogeniczne odpowiedzialna jest keratyna, zaś w skórze - kolagen. W tkance podskórnej rozróżniamy hiperechogeniczne powięź i tkankę łączną oraz hipoechogeniczne zraziki tłuszczowe. [10]

Analiza obrazu USG może być jeszcze dokładniejsza dzięki funkcji Color Doppler. Jej zastosowanie jest szczególnie zalecane w odróżnianiu zmian unaczynionych od nieunaczynionych i w ocenie złośliwości guzów. [1]

Badanie skóry normalnej

W badaniu USG zdrowej skóry można wyróżnić trzy warstwy:

- Naskórek - warstwa cienka, silnie hiperechogeniczna
- Skóra właściwa - warstwa heterogeniczna, z odbiciami hiperechogenicznymi włókien kolagenowych i hipoechogenicznymi od macierzy pozakomórkowej. W warstwie tej znajdują się również mieszki włosowe, gruczoły i naczynia.

- Tkanka podskórna - warstwa hipoechogeniczna - składa się z hiperechogenicznych odbić pochodzących ze zrazików tłuszczowych oddzielonych cienkimi liniowymi hiperechogenicznymi odbiciami biegnącymi w różnych kierunkach, odpowiadających cienkim włóknom tkanki łącznej. Urządzenia nowszej generacji pozwalają na uwidocznienie naczyń krwionośnych. [12]

Zobrazować można również podnaskórkowe niskoechogeniczne pasmo (SLEB - subepidermal low echogenic band). Jego obecność stwierdza się u ponad połowy dorosłych powyżej 40 roku życia, zwykle w skórze silnie ekspozowanej na światło słoneczne, dlatego jest uznawane za marker fotostarzenia skóry. Jest to prawdopodobnie ultrasonograficzna manifestacja procesów, takich jak elastaza, degradacja kolagenu oraz gromadzenie się glikozaminoglikanów i płynu tkankowego w warstwie brodawkowatej skóry właściwej. Podobne wyniki zaobserwowano również u pacjentów chorych na nowotwory głowy i szyi poddawanych radioterapii.[3, 4, 12, 13]

Dzięki wykorzystaniu HFUS wykazano, że grubość skóry jest zależna od płci, wieku, BMI, rasy oraz okolicy ciała. Badania nad tym parametrem mogą być pomocne nie tylko w analizie procesów starzenia skóry, ale również w przeszczepach skóry. [26]

USG można zastosować również do określenia fazy wzrostu włosów, identyfikacji stanu zapalnego mieszków włosowych i oceny gęstości owłosienia. Faza wzrostu jest oceniana w oparciu o umiejscowienie zakończenia włosa w stosunku do tkanki podskórnej, gdzie włosy w fazie anagenu mają zakończenie w głębszych warstwach skóry właściwej, a w fazie telogenu – bardziej powierzchownie. Mieszek włosowy zmieniony zapalnie wygląda na grubszy i ciemniejszy w porównaniu do mieszka zdrowego. Liczne badania wskazują na to, że wykorzystanie USG w ocenie stanu zapalnego mieszków włosowych może usprawnić diagnostykę poprzez wczesne rozpoznanie patologii przydatków, np. trądzika odwróconego. [13] Niektóre aparaty USG posiadają dodatkową funkcję - sonoelastografię, która umożliwia ocenę sztywności/twardości tkanki i jej podatności na odkształcanie. Jest to przydatne w badaniu zarówno zdrowej skóry, jak i zmian ogniskowych. W zdrowej skórze poszczególne warstwy różnią się sztywnością - skóra właściwa jest sztywniejsza niż tkanka podskórna. [12]

Nowotwory skóry

Choć w onkologii złotym standardem jest biopsja i badanie histopatologiczne, USG jest pomocne we wstępnym wykrywaniu nowotworów skóry i ocenie głębokości nacieku. [14]

Nowotwory skóry w badaniu ultrasonograficznym widoczne są jako hipoechogeniczne struktury w stosunkowo hiperechogenicznym naskórku/skórce właściwej. [13]

Nieczerniakowe nowotwory skóry

Podstawą postawienia diagnozy raka podstawnocomórkowego jest badanie histopatologiczne. Jednakże, nie jest to metoda bez wad. Rak podstawnocomórkowy skóry ma kilka podtypów. Jeśli w obrębie zmiany współlistnieją dwa podtypy (guzkowy i powierzchniowy), a biopsja zostanie wykonana w obrębie występowania jedynie postaci powierzchniowej, może zostać dobrane nieodpowiednie leczenie. Dlatego, USG znajduje tu kilka zastosowań. Po pierwsze, można zobrazować całą zmianę i na tej podstawie wybrać odpowiednie miejsce biopsji. [15, 16] Postać guzkowa - najczęstsza - w obrazie USG widoczna jest jako hipoechogeniczna, dobrze odgraniczona zmiana, położona najczęściej w obrębie skóry właściwej, lecz czasem może sięgać głębiej, do tkanki podskórnej. W niektórych bardziej agresywnych postaciach uwidacznia się małe hiperechogeniczne kropki w obrębie hipoechogenicznego guza, przypominające kwiaty bawełny (ang. "flower cotton spots"). Przyczyna tego zjawiska nie jest do końca znana, jednak przypuszcza się, że plamki te korelują ze skupiskami apoptotycznych komórek nowotworowych w obrębie guza, a ich obecność wskazuje na większe ryzyko agresywnego przebiegu i wznowy. [10, 13, 14, 17] Niektórzy badacze precyzują, że o takim podwyższonym ryzyku możemy mówić, gdy ilość tych plamek wynosi siedem lub więcej.[11, 18, 19] Dodatkowo, ułatwiają one odróżnienie BCC od czerniaka. W postaciach twardzinopodobnych i naciekających najtrudniej jest ocenić granice guza. Dodatkową trudność w interpretacji obrazu może stanowić przerost gruczołów łojowych, szczególnie na nosie, objawiający się rozmyciem. Ocenę rozmiaru guza podstawnocomórkowego może utrudniać także współwystępowanie elastozy w obrębie skóry ekspozowanej na słońce, gdzie również obserwuje się obniżoną echogeniczność. [10, 12] USG można zastosować także do kontroli po leczeniu – do oceny jego efektywności i obserwowania obecności ewentualnej wznowy. [18]

W przypadku raka kolczystocomórkowego, rola ultrasonografii jest znacznie bardziej ograniczona. Wykonanie USG jest zalecane w przypadku guzów nawrotowych, guzów o średnicy lub głębokości powyżej 2cm, słabo zróżnicowanych histologicznie, rosnących wzdłuż przestrzeni okołonercowych lub naciekających naczynia limfatyczne oraz w szczególnych lokalizacjach (uszy, usta, okolica płciowa i okolica odbytu). [20] Badanie jest utrudnione z powodu obecności artefaktów spowodowanych odbijaniem fal

ultradźwiękowych przez pogrubiałą, hiperkeratoczną warstwę rogową, która może przesłaniać granice zmiany, dlatego może być jedynie narzędziem wspomagającym w przedoperacyjnej ocenie.[13, 16] W USG można zaobserwować nieregularny, heterogeniczny, hipoechogeniczny guz, często naciekający głębsze tkanki. Można zauważyć dyskretne unaczynienie, z naczyniami wzmocnionymi na obwodzie. [18]

HFUS znalazło zastosowanie również w ocenie efektywności leczenia ziarniniaka grzybiastego poprzez ocenę SLEB. Badania wykazały związek między zmniejszeniem lub nawet zanikiem SLEB a ciężkością choroby, czyniąc HFUS pomocnym narzędziem. [1, 13]

Rzadkim nowotworem skóry jest rak z komórek Merkla. W USG widoczny jest jako słabo odgraniczona, niezwapniała zmiana, z tendencją do naciekania tkanki podskórnej. Jest w większości hipoechogeniczna, jednak wykazuje również strefy hiperechogeniczne z tylnym wzmocnieniem akustycznym i pogrubieniem naskórka. Funkcja Color Doppler uwidacznia bogate unaczynienie wewnątrz guza. [18]

Czerniak

Czerniak w obrazie USG jest homogeniczną hipoechogeniczną zmianą. Kształt zmiany często powiązany jest z podtypem histologicznym – dla czerniaka guzkowego typowy jest kształt kulisty, a dla szerzącego się powierzchownie - kształt soczewkowaty. Główną zaletą USG w ocenie czerniaka jest bardzo duża dokładność w ocenie grubości naciekania, która w porównaniu do pomiarów z badania histopatologicznego szacowana jest na ponad 92%. [13] Grubość nacieku jest bardzo istotną cechą, ponieważ razem z liczbą podziałów i obecnością lub brakiem owrzodzeń umożliwia oszacowanie szans na 5-letnie przeżycie. [5, 21] W porównaniu z OCT, gdzie wyniki są zaniżane, pomiary z USG są zwykle delikatnie zawyżone w stosunku do grubości Breslowa. Wynika to prawdopodobnie z faktu, że dostępna technologia nie pozwala odróżnić nacieku zapalnego od proliferacji melanocytów i neowaskularyzacji. Dodatkowo, różnica między pomiarami wykonanymi w USG a uzyskanymi w badaniu histopatologicznym może być powodowana tym, że preparat biopsyjny może ulegać skurczeniu w wyniku procesu przygotowawczego - między innymi na skutek działania formaliny. [5, 12, 13, 19] Sam HFUS nie jest zadowalającą metodą odróżniania czerniaka od łagodnych zmian melanocytarnych z racji braku ultrasonograficznych cech patognomicznych dla czerniaka, ale zastosowanie funkcji Color Doppler znacząco poprawia dokładność wyników. Czerniaki, w porównaniu do znamion

łagodnych, wykazują gęstsza, bardziej chaotyczną waskularyzację i obecność tętniczek o niskim przepływie. [13]

Znamię błękitne

Znamię błękitne nierzadko powoduje problemy diagnostyczne, ponieważ przez swoje niebieskie zabarwienie może być ciężkie do odróżnienia od czerniaka lub jego przerzutów. Badanie dermoskopowe nie zawsze jest wystarczające, dlatego nadzieje pokłada się w diagnostyce ultrasonograficznej. Znamię błękitne jest widoczne w HFUS jako zmiana hipoechogeniczna, o owalnym kształcie przypominającym jajko, zlokalizowana w skórze właściwej. Czerniak z kolei ma kształt bardziej zbliżony do dwuwypukłej soczewki, a przerzuty są kształtu nieregularnego, przypominającego ziemniaka. Niestety, jest na ten temat mało badań i na razie nie opisano zadowalającej metody na takie różnicowanie. [22]

Choroby zapalne skóry

Mimo występowania wielu, różnych chorób zapalnych skóry, można wyróżnić pewne wspólne cechy widoczne w USG:

- Obszary hipoechogeniczności w części podnaskórkowej skóry właściwej
- Widoczny w Color Doppler zwiększony miejscowy przepływ krwi
- W przypadku zajęcia tkanki podskórnej - hipoechogeniczne przegrody i hiperechogeniczne zraziki tłuszczowe [10]

Łuszczyca

W obrazie USG w łuszczycy zauważalne jest pogrubienie naskórka i skóry właściwej oraz hipoechogeniczne obszary podnaskórkowe z widzialnym w Color Doppler zwiększonym przepływem krwi. [10] Pogrubienie tych dwóch warstw w obrębie blaszki łuszcycowej wynika z nasilonej proliferacji keratynocytów w naskórku i z nieprawidłowego nagromadzenia komórek prozapalnych w skórze właściwej. [23] Grubość skóry właściwej jest adekwatna do stopnia ciężkości choroby. Podczas badania pacjentów leczonych infliksimabem, w HFUS obserwowano zmniejszenie grubości łuski i zmniejszenie intensywności sygnału w skórze w Color Doppler. [10]

Trądzik odwrócony

Istnieje wiele skal i narzędzi stosowanych do ustalenia stopnia nasilenia trądzika odwróconego, jednak liczne badania wykazały, że sposoby te wskazują na mniejsze

zaawansowanie choroby niż jest w rzeczywistości. [13] W trądziku odwróconym głównym problemem jest zapalenie skóry i tkanki podskórnej, które można obrazować w USG i to ta metoda zdaje się być najdokładniejsza. Do ultrasonograficznych cech umożliwiających rozpoznanie trądzika odwróconego należą: poszerzone mieszki włosowe, pogrubienie skóry właściwej lub jej nieprawidłowa echogeniczność, torbiele rzekome, przetoki i zbiorniki płynowe. Zastosowanie USG pozwala również na dobranie odpowiedniego leczenia. W jednym z badań odnotowano modyfikację postępowania w 82% przypadków po wykonaniu USG, z czego w 24% zdecydowano o zmianie leczenia farmakologicznego na chirurgiczne.[11, 13]

Twardzina układowa

Wyróżnia się dwa typy twardziny układowej: uogólnioną i ograniczoną. Główną, wspólną cechą jest włóknienie. Zmiany skórne ewoluują przez 3 etapy: obrzęk, włóknienie i atrofię. Przeprowadzono badanie na pacjentach, które wykazało 100% czułość i 98,4% swoistość HFUS w ocenie aktywności choroby. W fazie obrzękowej obserwujemy zmniejszenie echogeniczności i pogrubienie skóry bez wpływu na tkankę podskórną oraz zwiększenie przepływu krwi, w fazie stwardnienia widoczne jest zmniejszenie grubości tkanki podskórnej oraz zwiększona echogeniczność skóry i tkanki podskórnej z osłabieniem przepływu krwi, natomiast w fazie zanikowej - ścieńczenie skóry i zmniejszenie grubości lub zanik tkanki podskórnej ze znacznie wzmożoną echogenicznością. [11, 24]

Atopowe zapalenie skóry

Mimo że atopowe zapalenie skóry jest chorobą dosyć powszechną, wciąż nie ma obiektywnego, standaryzowanego sposobu określania stopnia jej ciężkości. Dlatego, przeprowadzono wiele badań próbując sprawdzić przydatność USG w tym schorzeniu. Udało się wykazać, że charakterystyczną cechą w USG w przypadku AZS jest obecność SLEB i możliwa towarzysząca temu obniżona w stosunku do zdrowej skóry echogeniczność pozostałych warstw skóry. Echogeniczność skóry jest odwrotnie proporcjonalna do nasilenia nacieków zapalnych. Jedno z badań wykazało, że grubość SLEB korelowała z histologicznym stopniem naskórkowej hiperkeratozy, parakeratozy, spongiozy i nasilenia nacieków zapalnych, jak również ze wskaźnikiem EASI. Dodatkowo, w innych badaniach, korzystając z HFUS, zaobserwowano statystycznie istotne zmniejszenie średniej grubości SLEB po leczeniu fototerapią i takrolimusem. [13]

Sarkoidoza

W sarkoidozie obserwuje się tworzenie ziarniniaków w wielu narządach oraz stwardnienie i rumień skóry. Badanie z 2017 roku wykazało przydatność HFUS w ocenie stopnia ciężkości sarkoidozy skórnej, jako że uzyskane wyniki korelowały z wynikami badania histopatologicznego. [13]

Zmiany naczyniowe

Jednym z naczyniaków możliwych do zbadania w USG są znamiona typu “port wine”. Podczas obrazowania, widać wyraźny kontrast między znamieniem a skórą niezmienioną. Znamię to można odróżnić od pozostałych zmian naczyniowych, ponieważ charakteryzuje się hipoechogenicznością i słabym unaczynieniem z przepływem żylnym, podczas gdy inne zmiany naczyniowe dają obraz hiperechogeniczny z bogatym unaczynieniem z mieszanym przepływem żylnym i tętnicznym. Inną zmianą naczyniową, do której można używać USG jest naczyniak gwiazdzisty, gdzie używając funkcji Color Doppler można zaobserwować wysoki przepływ o charakterze tętnicznym. [13]

USG zwiększa również precyzyjność skleroterapii. [17]

Dermatologia estetyczna

Wykorzystanie aparatów USG zwiększa bezpieczeństwo zabiegów medycyny estetycznej i pozwala uzyskać bardziej satysfakcjonujące efekty. Przede wszystkim, za pomocą USG możemy ocenić anatomię i dokładnie zaplanować przebieg zabiegu, zmniejszając ryzyko powikłań. [7] Ponadto, ultrasonografia może nam dostarczyć informacji o dotychczas przebytych zabiegach w przypadku, kiedy pacjent nie wie, jaki produkt u niego zastosowano, co jest sytuacją bardzo częstą. Powszechnie wykorzystywany kwas hialuronowy jest widoczny jako okrągła, bezechowa przestrzeń. Czysty silikon uwidacznia się jako owalne, bezechowe, lakunarne obszary, zaś olej silikonowy jako hiperechogeniczne depozyty powodujące artefakty – daje to obraz “burzy śnieżnej”. Z kolei hydroksyapatyt wapnia daje obraz hiperechogenicznych złogów również z artefaktem. [25] Obecnie dąży się do tego, aby wykonywanie zabiegów pod kontrolą USG było złotym standardem, gdyż zapewnia dokładne uwidocznienie przebiegu naczyń i ocenę grubości skóry. [10] Co więcej, USG jest niesamowicie pomocne w leczeniu powikłań po zabiegach medycyny estetycznej. [7] Umożliwia ono:

- uwidocznienie wypełniaczy – umożliwia to między innymi precyzyjne podanie hialuronidazy [7, 17]
- ocenę i różnicowanie powikłań, takich jak obrzęki skóry i tkanki podskórnej, obrzęki limfatyczne, krwiaki, ropnie, przetoki, martwice i ziarniniaki [10]

Można uwidocznić również cellulit, który ma postać charakterystycznych wrosnięć tkanki podskórnej w skórę właściwą, przypominających zęby piły. [12]

Z kolei iniekcje z toksyny botulinowej wykazują podwyższenie echogeniczności podskórnej powodujące rozmycie wcześniej wyraźnych granic między tkanką podskórną a leżącymi pod nią mięśniami. [13, 17]

Wykorzystując USG można również badać wpływ różnych substancji na skórę. Przykładowo, do zalet miejscowego stosowania witaminy C zalicza się pobudzanie syntezy kolagenu, zmniejszanie stresu oksydacyjnego indukowanego promieniowaniem ultrafioletowym i nasilanie przebudowy skóry. Zostało to potwierdzone w badaniu właśnie z użyciem HFUS – u pacjentów stosujących witaminę C miejscowo przez 60 dni, uwidoczniono zwiększenie echogeniczności naskórka i skóry właściwej. [13, 25]

Wnioski

Ultrasonografia wysokich częstotliwości dostarczyła wielu możliwości w dermatologii. Mimo że nie jest to nowa technologia i jest używana w dermatologii od ponad 40 lat, szczególnego znaczenia nabrała wraz z postępem technologii. Już teraz mamy wyróżnionych kilka ultrasonograficznych cech patognomicznych dla niektórych zmian skórnych, jednak liczba ta z pewnością wzrośnie, jako że urządzenia do HFUS cieszą się coraz większą popularnością w praktyce lekarskiej.

Disclosure

Wkład autorski:

Konceptualizacja: NT

Metodologia: GD

Oprogramowanie: KK

Sprawdzenie: NT, GD, KK

Analiza formalna: NL

Dochodzenie: KC

Zasoby: MY

Przechowywanie danych: NT

Pisanie – przygotowanie zgrubne: WW

Pisanie – recenzja i redakcja: JC

Wizualizacja: ML

Nadzór: MC

Administracja projektu: NT

Otrzymanie finansowania: Nie dotyczy

Wszyscy autorzy przeczytali i zgodzili się z opublikowaną wersją manuskryptu.

Oświadczenie o finansowaniu

Autorzy oświadczają, że nie mają żadnych konfliktów interesów finansowych lub niefinansowych, które mogłyby wpływać na interpretację wyników badania ani treść niniejszego manuskryptu. Praca ta została przeprowadzona niezależnie, bez zewnętrznego finansowania ani wsparcia.

Oświadczenie instytucjonalnej komisji rewizyjnej

Nie dotyczy

Oświadczenie o świadomej zgodzie

Nasza praca nie obejmowała bezpośrednich badań na ludziach ani uzyskiwania ich zgody na udział w badaniu

Oświadczenie o dostępności danych

Jako praca przeglądowa nasza praca nie zawiera nowych danych ani analiz. W związku z tym nie ma określonych zestawów danych ani dostępności danych do raportowania. Informacje i ustalenia przedstawione w tym przeglądzie opierają się na wcześniej opublikowanych badaniach, do których można uzyskać dostęp za pośrednictwem odpowiednich źródeł cytowanych w sekcji referencyjnej.

Oświadczenie o konflikcie interesów

Autorzy oświadczają, że nie występują istotne konflikty interesów związane z niniejszą pracą badawczą.

Piśmiennictwo

1. Polańska A, Jenerowicz D, Paszyńska E, Żaba R, Adamski Z, Dańczak-Pazdrowska A. High-Frequency Ultrasonography-Possibilities and Perspectives of the Use of 20 MHz in Teledermatology. *Front Med (Lausanne)*. 2021;8:619965. Published 2021 Feb 22. doi:10.3389/fmed.2021.619965
2. Corvino A, Catalano F, Cipolletta Campanile A, et al. Interventional Ultrasound in Dermatology: A Pictorial Overview Focusing on Cutaneous Melanoma Patients. *J Ultrasound Med*. 2022;41(12):3137-3144. doi:10.1002/jum.16073
3. Bhatta AK, Keyal U, Liu Y. Application of high frequency ultrasound in dermatology. *Discov Med*. 2018;26(145):237-242.
4. Vergilio MM, Monteiro E Silva SA, Jales RM, Leonardi GR. High-frequency ultrasound as a scientific tool for skin imaging analysis. *Exp Dermatol*. 2021;30(7):897-910. doi:10.1111/exd.14363
5. Piłat P, Borzęcki A, Jazienicki M, Gerkowicz A, Szubstarski F, Krasowska D. Evaluation of the clinical usefulness of high-frequency ultrasonography in pre-operative evaluation of cutaneous melanoma - a prospective study. *Postepy Dermatol Alergol*. 2020;37(2):207-213. doi:10.5114/ada.2018.79939
6. Meikle B, Kimble RM, Tyack Z. Ultrasound measurements of pathological and physiological skin thickness: a scoping review protocol. *BMJ Open*. 2022;12(1):e056720. Published 2022 Jan 31. doi:10.1136/bmjopen-2021-056720
7. Haykal D, Cartier H, Benzaquen M, Damiani G, Habib SM. The growing importance of ultrasonography in cosmetic dermatology: An update after the 23rd IMCAS Annual World Congress (2022). *J Cosmet Dermatol*. 2023;22(1):222-225. doi:10.1111/jocd.15503
8. Raza S, Ali F, Al-Niaimi F. Ultrasonography in diagnostic dermatology: a primer for clinicians. *Arch Dermatol Res*. 2023;315(1):1-6. doi:10.1007/s00403-021-02307-x

9. Schneider SL, Kohli I, Hamzavi IH, Council ML, Rossi AM, Ozog DM. Emerging imaging technologies in dermatology: Part I: Basic principles. *J Am Acad Dermatol.* 2019;80(4):1114-1120. doi:10.1016/j.jaad.2018.11.042
10. Alfageme F, Wortsman X, Catalano O, et al. European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology (EFSUMB) Position Statement on Dermatologic Ultrasound. Stellungnahme der European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology (EFSUMB) zu Dermatologischem Ultraschall. *Ultraschall Med.* 2021;42(1):39-47. doi:10.1055/a-1161-8872
11. Almuhanha N, Wortsman X, Wohlmuth-Wieser I, Kinoshita-Ise M, Alhusayen R. Overview of Ultrasound Imaging Applications in Dermatology [Formula: see text]. *J Cutan Med Surg.* 2021;25(5):521-529. doi:10.1177/1203475421999326
12. Mlosek RK, Migda B, Migda M. High-frequency ultrasound in the 21st century. *J Ultrason.* 2021;20(83):e233-e241. doi:10.15557/JoU.2020.0042
13. Levy J, Barrett DL, Harris N, Jeong JJ, Yang X, Chen SC. High-frequency ultrasound in clinical dermatology: a review. *Ultrasound J.* 2021;13(1):24. Published 2021 Apr 20. doi:10.1186/s13089-021-00222-w
14. Bungărdean RM, Șerbănescu MS, Colosi HA, Crișan M. High-frequency ultrasound: an essential non-invasive tool for the pre-therapeutic assessment of basal cell carcinoma. *Rom J Morphol Embryol.* 2021;62(2):545-551. doi:10.47162/RJME.62.2.21
15. Siskou S, Pasquali P, Trakatelli M. High Frequency Ultrasound of Basal Cell Carcinomas: Ultrasonographic Features and Histological Subtypes, a Retrospective Study of 100 Tumors. *J Clin Med.* 2023;12(12):3893. Published 2023 Jun 7. doi:10.3390/jcm12123893
16. Chen ZT, Yan JN, Zhu AQ, et al. High-frequency ultrasound for differentiation between high-risk basal cell carcinoma and cutaneous squamous cell carcinoma. *Skin Res Technol.* 2022;28(3):410-418. doi:10.1111/srt.13121
17. Polańska A, Dańczak-Pazdrowska A, Jałowska M, Żaba R, Adamski Z. Current applications of high-frequency ultrasonography in dermatology. *Postepy Dermatol Alergol.* 2017;34(6):535-542. doi:10.5114/ada.2017.72457
18. Płocka M, Czajkowski R. High-frequency ultrasound in the diagnosis and treatment of skin neoplasms. *Postepy Dermatol Alergol.* 2023;40(2):204-207. doi:10.5114/ada.2023.127638

19. Laverde-Saad A, Simard A, Nassim D, et al. Performance of Ultrasound for Identifying Morphological Characteristics and Thickness of Cutaneous Basal Cell Carcinoma: A Systematic Review. *Dermatology*. 2022;238(4):692-710. doi:10.1159/000520751
20. Catalano O, Roldán FA, Varelli C, Bard R, Corvino A, Wortsman X. Skin cancer: findings and role of high-resolution ultrasound. *J Ultrasound*. 2019;22(4):423-431. doi:10.1007/s40477-019-00379-0
21. Bezugly A, Rembielak A. The use of high frequency skin ultrasound in non-melanoma skin cancer. *J Contemp Brachytherapy*. 2021;13(4):483-491. doi:10.5114/jcb.2021.108603
22. Piłat P, Borzęcki A, Jazienicki M, Gerkowicz A, Krasowska D. High-frequency ultrasound in the diagnosis of selected non-melanoma skin nodular lesions. *Postepy Dermatol Alergol*. 2019;36(5):572-580. doi:10.5114/ada.2019.89505
23. Marina ME, Botar Jid C, Roman II, Miha CM, Tătaru AD. Ultrasonography in psoriatic disease. *Med Ultrason*. 2015;17(3):377-382. doi:10.11152/mu.2013.2066.173.mem
24. Chai K, Zhu R, Luo F, et al. Updated Role of High-frequency Ultrasound in Assessing Dermatological Manifestations in Autoimmune Skin Diseases. *Acta Derm Venereol*. 2022;102:adv00765. Published 2022 Aug 24. doi:10.2340/actadv.v102.1969
25. Tao Y, Wei C, Su Y, Hu B, Sun D. Emerging High-Frequency Ultrasound Imaging in Medical Cosmetology. *Front Physiol*. 2022;13:885922. Published 2022 Jul 4. doi:10.3389/fphys.2022.885922
26. Meng Y, Feng L, Shan J, Yuan Z, Jin L. Application of high-frequency ultrasound to assess facial skin thickness in association with gender, age, and BMI in healthy adults. *BMC Med Imaging*. 2022;22(1):113. Published 2022 Jun 16. doi:10.1186/s12880-022-00839-w