

Otrzymano:
27.09.2020
Zaakceptowano:
07.10.2020
Opublikowano:
18.12.2020

Wykorzystanie ultrasonografii wysokich częstotliwości w diagnostyce wyczuwalnych palpacyjnie guzków po podaniu wypełniaczy tkankowych

The use of high-frequency ultrasonography for the diagnosis of palpable nodules after the administration of dermal fillers

Robert Krzysztof Mlosek¹, Bartosz Migda¹, Ewa Skrzypek²,
Katarzyna Słoboda³, Michał Migda⁴

¹ Zakład Diagnostyki Ultrasonograficznej Wydziału Medycznego, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

² Studium Historii Medycyny, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

³ I Zakład Radiologii, Narodowy Instytut Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie, Warszawa, Polska

⁴ Oddział Kliniczny Położnictwa, Chorób Kobięcych i Ginekologii Onkologicznej, Wojewódzki Szpital Zespolony w Toruniu, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu Collegium Medicum, Toruń, Polska

Adres do korespondencji: Robert Krzysztof Mlosek, Zakład Diagnostyki Ultrasonograficznej Wydziału Medycznego, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Kondratowicza 8, 03-242 Warszawa; tel.: +48 601 355 236; e-mail: mdchris@poczta.onet.pl

DOI: 10.15557/JoU.2020.0044

Słowa kluczowe

ultrasonografia
wysokich
częstotliwości,
ziarniniaki,
depozyty,
kwas hialuronowy,
powikłania

Keywords

high-frequency
ultrasound,
granulomas,
deposition,
hyaluronic acid,
complications

Abstract

Introduction: Esthetic medicine is a buoyant field of medicine. As the number of performed procedures – mainly injections of botulin toxin and dermal fillers – is increasing, the number of complications is rising as well. The most popular dermal filler is hyaluronic acid. Injection of hyaluronic acid dermal fillers is considered a minimally invasive procedure, but complications in the form of skin nodules and lumps are being encountered more and frequently. Esthetic medicine does not currently offer its own diagnostic methods that would allow one to diagnose complications. In these circumstances, the implementation of objective diagnostic methods from other fields of medicine becomes significant. High-frequency ultrasound is one of such methods. **Aim of the study:** The aim of this study was to implement high-frequency ultrasound for the diagnosis of palpable nodules after the administration of dermal fillers. **Material and method:** The study group included 15 women who developed palpable nodules in the region of hyaluronic acid injection. The study includes both early and late complications. An EPIQ 5 (Philips, Bothell, USA) ultrasound machine and a L5–18 transducer were used to examine the nodules. Ultrasound images were evaluated qualitatively by 2 independent investigators. **Results:** Ultrasound enabled the diagnosis of hyaluronic acid deposition in 9 women, granulomas in 3 women, fibrosis in 2 women and a deposition with inflammation in 1 case. Each of the diagnosed structures presented a typical ultrasound appearance. **Conclusions:** High-frequency ultrasound is a useful diagnostic method that has a chance to become a widespread tool to diagnose and treat complications. Because of a low number of study reports in this area, continued research is warranted.

Wstęp

Zabiegi medycyny estetycznej zyskują na popularności. Wielkość globalnego rynku została wyceniona na 52,5 mld dolarów amerykańskich w 2018 r., a oczekiwany roczny wzrost to 8,9%. Przewiduje się, że w 2026 r. wartość tego rynku wyniesie 103,4 mld dolarów amerykańskich. Przyczyn tak dynamicznego rozwoju upatruje się w rosnącej świadomości wartości atrakcyjnego wyglądu fizycznego i wzroście populacji w wieku 25–65 lat. Trend wyraźnie wskazuje, że coraz bardziej popularne stają się metody minimalnie inwazyjne. Potwierdzenie tej tendencji odzwierciedla raport z niemieckiego rynku, gdzie odnotowuje się zdecydowany przyrost zabiegów mało inwazyjnych względem zabiegów inwazyjnych. Zgodnie z przewidywaniami w latach 2015–2026 spośród zabiegów minimalnie inwazyjnych najczęściej będą wybierane iniekcje z botoksu, a na drugim miejscu wskazano wypełniacze tkanek miękkich, których stosowanie jest niestety obarczone występowaniem powikłań^(1,2). Wraz ze wzrostem popularności i liczby wykonanych zabiegów będzie rosła także liczba powikłań, co skłania do poszukiwania metod diagnozy i ich leczenia.

Obecnie najczęściej stosuje się wypełniacze biodegradowalne na bazie kwasu hialuronowego (*hyaluronic acid*, HA). Powikłania pojawiające się po podaniu wypełniaczy tkankowych można podzielić na wczesne – tuż po zabiegu, od kilku dni do kilku tygodni po jego wykonaniu, i późne – kilka tygodni, miesięcy, a nawet lat po zabiegu^(2,3). Najczęściej komplikacje występują w obrębie policzków, ust, bruzd nosowo-wargowych, okolicy oczodołowej, czoła, linii marionetki i na nosie. Do najczęstszych objawów powikłań należą obrzęki, powstawanie wyczuwalnych guzków i ból^(3,4). Objawy powikłań niestety nie są specyficzne dla określonej przyczyny. Część powikłań, np. podanie dotętnicze lub ucisk naczyń przez depozyt wypełniacza, martwica skóry, zapalenia czy ślepota, należy do stanów poważnych, mogących powodować oszpecenie wyglądu i trwałą defekt estetyczny. W rekomendacjach dotyczących postępowania z komplikacjami po podaniu wypełniaczy tkankowych brakuje zaleceń na temat tego, jak powinna wyglądać diagnostyka przyczyn powikłań. Podaje się jednak, że rozpoznanie i różnicowanie powikłania może być bardzo trudne^(3,5). Prawdopodobnie jest to związane z tym, że w medycynie estetycznej poza badaniem fizykalnym i wywiadem nie stosuje się powszechnie obiektywnych metod diagnostycznych mogących ocenić tkanki położone pod skórą. Dzięki dynamicznemu rozwojowi technologii, w tym technik obrazowych, który miał miejsce w ostatnich latach, opracowano metody umożliwiające diagnostykę powikłań, takie jak rezonans magnetyczny (*magnetic resonance imaging*, MRI) czy ultrasonografia. Mając jednak na uwadze możliwości i ograniczenia niniejszych metod, można stwierdzić, że tylko ultrasonografia ma szansę upowszechnić się na gruncie medycyny estetycznej.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie własnych doświadczeń autorów w zastosowaniu ultrasonografii

skóry w diagnostyce wyczuwalnych palpacyjnie guzków po podaniu wypełniaczy tkankowych na bazie kwasu hialuronowego.

Materiał i metoda

Grupę badawczą stanowiło 15 kobiet w wieku od 30 do 70 lat (średnia wieku: 43 lata), które zgłosiły się do lekarzy medycyny estetycznej z dolegliwościami po zabiegach medycyny estetycznej polegających na podaniu wypełniaczy tkankowych w obrębie struktur twarzy. Większość (11) przypadków było powikłaniami późnymi, które wystąpiły w przeciągu miesięcy lub lat od zabiegu. Natomiast w 4 przypadkach autorzy mieli do czynienia z powikłaniami wczesnymi, czyli takimi, które wystąpiły w okresie do kilku tygodni od wykonania zabiegu. W 13 przypadkach w obrazie klinicznym były wyczuwalne palpacyjnie liczne guzki, grudki lub pojedyncze guzki. W jednym przypadku występowała nadkorekcja policzka, która pojawiła się tuż po zabiegu i nie ustąpiła w ciągu kolejnych 3 lat. U jednej z kobiet w obrębie ust znajdowały się masywne twarde zgrubienia po 10 latach od zabiegu. Szczegółową charakterystykę grupy przedstawiono w Tab. 1.

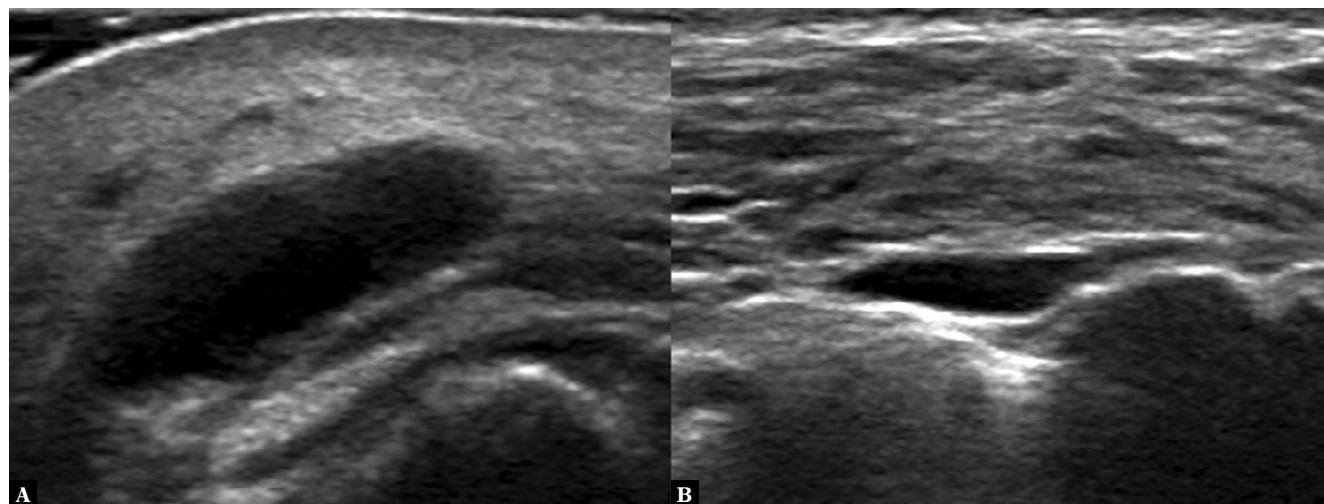
U wszystkich pacjentek wykonano ultrasonograficzne badanie skóry w obrębie lokalizacji, w których występowały objawy kliniczne. W związku z tym, że wypełniacze tkankowe podaje się na różne głębokości, od kilku milimetrów do 1–3 cm, do badań wykorzystywano aparat ultrasonograficzny EPIQ 5 (Philips, Bothell, USA) wyposażony w głowicę liniową szerokopasmową L18-5 o zmiennej częstotliwości do 18MHz. Aparat był ustawiony tak, żeby obraz charakteryzował się największą możliwą do uzyskania rozdzielczością. Obrazy oceniano w czasie rzeczywistym podczas badania, jak również zapisywano na dysku aparatu w formacie DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). W przypadkach wątpliwych dla celu tej pracy obrazy jeszcze raz oceniano na stacji roboczej wyposażonej w dedykowaną przeglądarkę plików DICOM (QLAB). Z racji różnorodności próby badawczej i braku parametrów ilościowych do oceny obrazów ultrasonograficznych zastosowano analizę jakościową. Była ona wykonywana przez 2 niezależnych badaczy posiadających wieloletnie doświadczenie w wykonywaniu badań. W trakcie oceny obrazów ultrasonograficznych celem było poszukiwanie dobrze odgraniczonych od sąsiadujących tkanek obszarów z ostrymi granicami zewnętrznymi. Obszary te były kwalifikowane jako depozyty wypełniacza tkankowego HA. Ponadto na obrazach ultrasonograficznych próbowano zróżnicować depozyty HA od ziarniniaków, które w obrazie ultrasonograficznym identyfikowano jako obszary hipoechogeniczne o nierównych granicach zewnętrznych lub obszary charakteryzujące się niejednorodną hipoechogeniczną obwódką i bezechowym wnętrzem.

Wyniki

Analiza jakościowa zebranego materiału wykazała, że w badanej próbie w 9 przypadkach rozpoznano depozyty wypełniacza

Tab. 1. Charakterystyka próby badawczej

Lp.	Wiek (przy podaniu)	Miejsce podania preparatu	Typ wypełniacza	Czas wystąpienia powikłania	Objawy	Rozpoznanie ultrasonograficzne
1	38	usta	HA	12 lat	twarde drobne guzki	masywne zwłóknienia
2	39	usta	HA	3 miesiące	twarde guzki	depozyty
3	70	policzki	HA	1 miesiąc	zaczerwienienie skóry ból i wyczuwalne grudki	depozyt
4	50	gładzina, bruzdy nosowo-wargowe	Princess Filler	6 miesięcy	liczne grudki	ziarniniaki
5	46	usta, bruzdy nosowo-wargowe	HA	8 miesięcy	twarde guzki, obrzęk	ziarniniaki
6	30	usta	Teosyal Kiss	3 miesiące	liczne, drobne, twarde grudki	ziarniniaki
7	38	policzki	Teosyal Redensity	7 lat	twarde, różnej wielkości guzki	depozyty
8	64	usta	HA	10 lat	subtelne zblednięcie części białych warg, guzek w wardze górnej	zwłóknienia w wardze górnej i przetrwały depozyt
9	44	broda	Juvederm Voluma	1,5 roku	guzek na brodzie	depozyty
10	32	policzki, bruzdy nosowo-wargowe	Neuvia	2 lata	liczne guzki wyczuwalne pod skórą	depozyty
11	38	usta	HA	10 lat	twarde zgrubienia na wargach	zwłóknienia
12	34	usta	HA	3 tygodnie	suchość warg i pieczenie	stan zapalny, depozyty
13	47	policzki	HA	3 lata	nadkorecja po stronie prawej od momentu podania	liczne depozyty
14	38	policzki, okolice skroniowe	HA	1 tydzień	Obrzęk policzka prawego i skroni	duży depozyt uwypuklający mięsień skroniowy
15	37	broda	HA	1 tydzień	guz na brodzie	masywny odczyn zapalny w tkance podskórnej

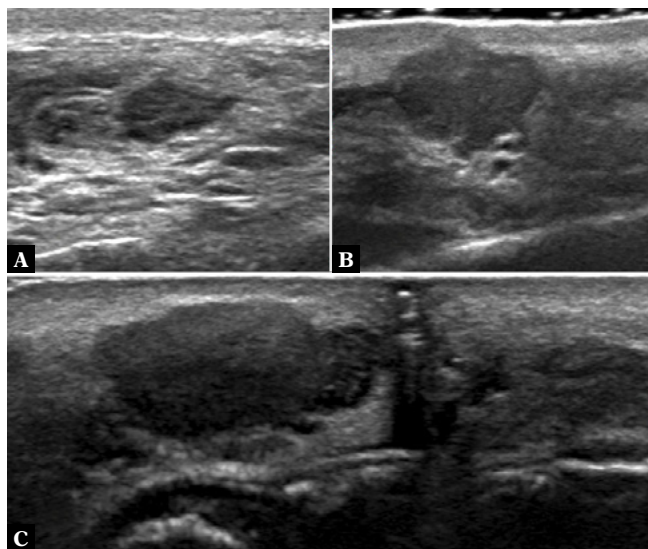


Ryc. 1. Ultrasonograficzny obraz depozytów kwasu hialuronowego. A. Przetrwały depozyt zlokalizowany na policzku 2 lata od wykonania wypełnienia. B. Depozyt powstały 1 miesiąc po zabiegu, zlokalizowany na policzku

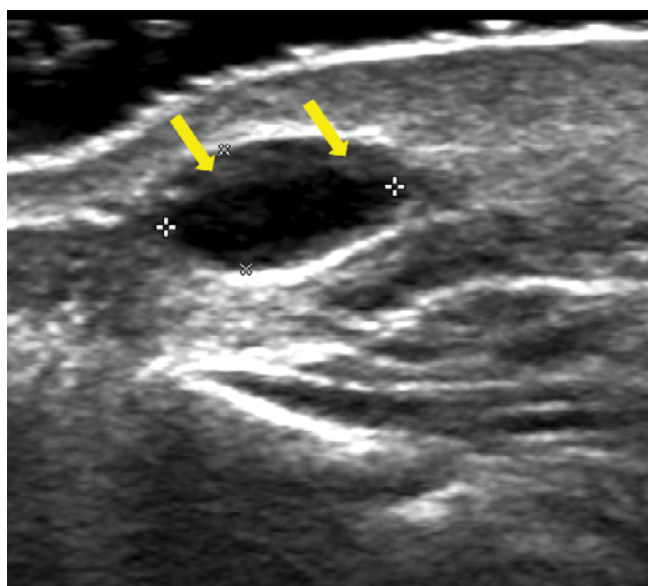
tkankowego. W obrazie ultrasonograficznym depozyty były widoczne jako bezechowe, zazwyczaj okrągłe obszary o równych granicach. Odnosząc dane uzyskane z wywiadu z pacjentkami do obrazów ultrasonograficznych, zaobserwowane depozyty można podzielić na: przetrwałe depozyty HA, które w miarę upływu lat nie uległy wchłonięciu, oraz depozyty powstałe w krótkim czasie od wykonania zabiegu, które były wyczuwalne i/lub widoczne jako guzki i tym samym pacjentki

ich nie akceptowały. Depozyty te powstały w stosunkowo niedługim czasie po zabiegu i były związane najprawdopodobniej z niewłaściwym podaniem HA. Niestety w obrazie ultrasonograficznym nie zaobserwowano różnic pomiędzy depozytem wczesnym a przetrwałym (Ryc. 1).

W jednym przypadku na obrazach ultrasonograficznych zaobserwowano obszary bezechowe otoczone



Ryc. 2. Ultrasonograficzny obraz ziarniniaków po zastosowaniu kwasu hialuronowego. A. Bruzdy nosowo-wargowe 8 miesięcy po wypełnieniu. B. Okolice kącika ust 6 miesięcy od podania. C. Usta 3 miesiące po wypełnieniu



Ryc. 3. Tworzący się ziarniniak, który powstaje w mechanizmie procesu zapalnego (żółte strzałki)

hiperechogeniczną tkanką tłuszczową, które zakwalifikowano jako obszary depozytów wypełniacza tkankowego z reakcją zapalną.

Natomiast niejednorodne obszary hipoechogeniczne o nierównych granicach zewnętrznych lub obszary cechujące się niejednorodną hipoechogeniczną obwódką i bezechowym wnętrzem kwalifikowano jako ziarniniaki. Stwierdzono je w 3 przypadkach (Ryc. 2). Czasami tworzące się ziarniniaki, które powstają w mechanizmie procesu zapalnego, na początku mogą mieć hipoechogeniczną część obwodową i bezechową część centralną (Ryc. 3). W przypadku 2 kobiet, u których były wyczuwalne palpacyjnie guzy, okazało się, że w obrębie tkanki

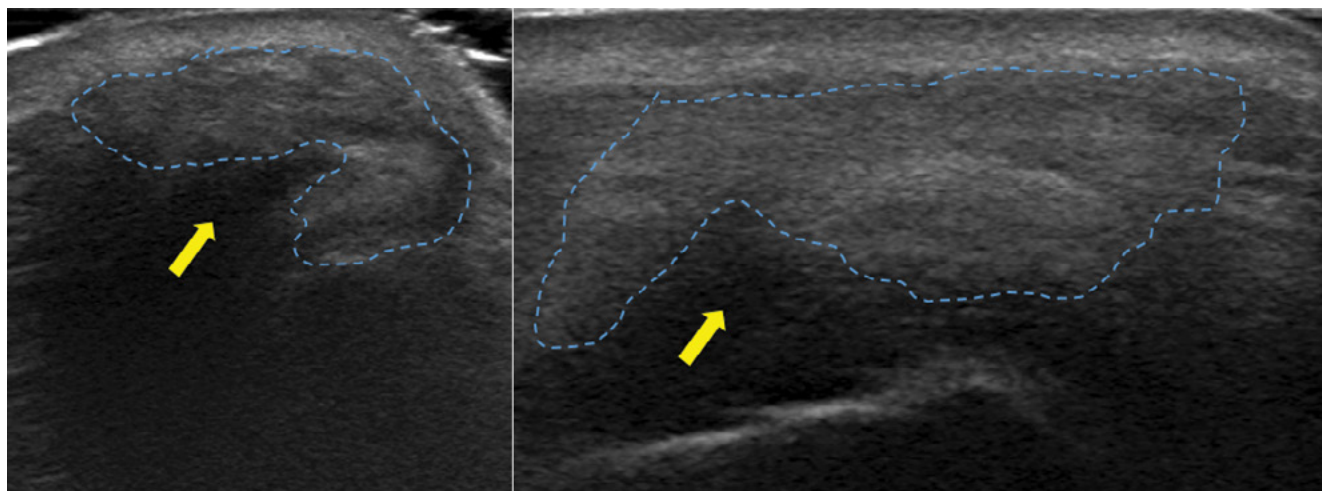
podskórnej widoczne są masywne zwłóknienia. U jednej z tych pacjentek zobrazowano tylko zwłóknienia, a u drugiej – zwłóknienia oraz przetrwały depozyt. Były one widoczne jako obszary hiperechogeniczne w rzucie tkanki podskórnej, jednak niemające w ogóle echostruktury tkanki podskórnej (Ryc. 4).

Omówienie

Celem niniejszych badań była próba oceny zastosowania ultrasonografii wysokich częstotliwości w diagnostyce wyczuwalnych palpacyjnie guzków powstałych po podaniu wypełniaczy tkankowych. Często wraz z wyczuwalnym palpacyjnie guzkiem pojawiają się również inne dolegliwości, do których można zaliczyć zaczerwienienie skóry, obrzęk, ból. To właśnie te objawy niepokoją pacjentów i skłaniają ich do zgłaszania się do lekarza. Dla dalszego postępowania bardzo istotne jest określić, jakiego typu zmianą jest wyczuwalny przez pacjentkę guzek.

Medycyna estetyczna w ostatnich latach stała się ogromnym rynkiem i nadal rozwija się bardzo dynamicznie, mimo istnieje niewiele opracowań, które podjęłyby temat diagnostyki powikłań. W literaturze można odnaleźć kilka prac i rekomendacji, w których omówiono sposób postępowania z poszczególnymi powikłaniami, jednak pomijają one kwestie diagnozowania⁽²⁻⁵⁾. W tej sytuacji otwartym problemem pozostaje poszukiwanie i opracowanie jednolitych algorytmów zarówno diagnozowania, jak i leczenia powikłań po wypełniaczach tkankowych.

Dotychczas podejmowano próby obrazowania wypełniaczy tkankowych za pomocą MRI i ultrasonografii, w tym ultrasonografii wysokich częstotliwości. Wyniki badań uzyskane za pomocą MRI wskazują na użyteczność tej metody w diagnostyce powikłań po wypełniaczach tkankowych, jakimi są wyczuwalne palpacyjnie guzki. W pracy Grippaudo i wsp.⁽⁶⁾ wykazali, że MRI jest przydatne do oceny lokalizacji wypełniacza oraz pozwala odróżnić wypełniacze od ziarniniaka i zwłóknień. Należy podkreślić, że badacze porównywali również obrazy MRI z obrazami ultrasonograficznymi wysokich częstotliwości. W ten sposób wykazali, że nie tylko w MRI można obrazować powikłania, ponieważ również za pomocą ultrasonografii udało im się zidentyfikować depozyty wypełniacza, ziarniniaki oraz zwłóknienia. Di Girolamo i wsp.⁽⁷⁾ wykazali istotną statystycznie różnicę między ziarniniakami a zwiększonym gromadzeniem kontrastu w trakcie badania MRI. W najnowszej pracy Niasme i wsp.⁽⁸⁾ stwierdzili, że szczególnie w badaniach MRI za pomocą urządzeń 3.0T poszczególne typy wypełniaczy różnią się czasami relaksacji T2, co pozwala je różnicować. Przytoczone powyżej prace jednoznacznie wskazują na użyteczność MRI w ocenie skóry i powikłań. Metodę tę cechuje wysoka rozdzielczość, co pozwala uzyskać szczegółowe obrazy. Należy jednak mieć świadomość, że badanie MRI ma jednocześnie wiele ograniczeń, takich jak wysoka cena, czas trwania, artefakty czy



Ryc. 4. Zwłóknienia (otoczone przerywaną linią) powstałe po podaniu kwasu hialuronowego; pod zwłóknieniem widoczny cień akustyczny (żółta strzałka)

bardzo ograniczona dostępność do pracowni rezonansu magnetycznego. Powodują one to, że wykorzystanie tej metody na gruncie medycyny estetycznej jest obecnie znikome. Nie ma szans na upowszechnienie się MRI oraz szerokiego i niekiedy w przypadku powikłań wczesnych pilnego dostępu pacjentów do tej metody.

W tej sytuacji zasadne stało się poszukiwanie innej metody diagnostycznej na potrzeby diagnozowania powikłań. Taką, która mogłaby wypełnić tę lukę, jest ultrasonografia wysokiej częstotliwości, która została zastosowana w niniejszej pracy. Obrazy ultrasonograficzne wykonane z częstotliwością powyżej 15 MHz mogą być wykorzystywane w ocenie skóry, gdyż cechuje je wysoka rozdzielczość, co z kolei pozwala ocenić naskórek, skórę właściwą lub głębiej położone tkanki. Umożliwia to jednoczesowe wykonanie diagnostyki oraz podjęcie natychmiastowego leczenia, co jest szczególnie istotne w przypadku wczesnych powikłań. Ponadto badania ultrasonograficzne są nieinwazyjne, bezpieczne dla pacjenta, tanie i charakteryzują się dużą dostępnością. Aktualnie w literaturze możemy odnaleźć kilka prac, w których wykorzystywano badania ultrasonograficzne do oceny wypełniaczy tkankowych lub podawano je pod kontrolą obrazu ultrasonograficznego. W kilku doniesieniach oceniano również powikłania⁽⁹⁻¹³⁾. Należy jednak podkreślić, że wszystkie prace zwracają uwagę na przydatność ultrasonografii wysokich częstotliwości w ocenie wypełniaczy tkankowych.

Wypełniacze tkankowe oparte na kwasie hialuronowym są zdolne do wiązania wody i dzięki temu są hydrofilowe. W związku z tym, że woda nie odbija fal ultradźwiękowych, ich obraz jest charakterystyczny i opisywany przez wielu autorów. Depozyty HA, zgodnie z propozycją nomenklatury ultrasonograficznej w badaniach wypełniaczy tkankowych, są widoczne na obrazie ultrasonograficznym jako dobrze odgraniczone okrągłe lub owalne bezechowe zmiany bez ech wewnętrznych⁽⁹⁻¹⁵⁾. Wyniki badań autorów niniejszej pracy także potwierdzają obserwacje innych autorów. Większy problem autorzy tej pracy napotkali w ocenie ziarniniaków i ich różnicowaniu od depozytów w oparciu

o kryteria ultrasonograficzne. Niestety temu tematowi poświęcono dotychczas tylko kilka opracowań. W dostępnych pracach ziarniniaki opisywane są generalnie jako zmiany hipoechogeniczne o nierównych, słabo widocznych granicach^(6,9,14). W swojej pracy autorzy niniejszego opracowania różnicowali ziarniniaki od depozytów HA tylko w oparciu o cechy ultrasonograficzne, które zostały opisane wcześniej w literaturze.

Wśród pacjentek autorzy zdiagnozowali za pomocą ultrasonografii również zwłóknienia. W obrębie tkanek na obrazie ultrasonograficznym są one dużymi obszarami hiperechogenicznymi odbijającymi falę ultradźwiękową. W zależności od stopnia zwłóknienia można obserwować obszary hiperechogeniczne różnej wielkości w obrębie tkanek prawidłowych z cieniami akustycznymi za nimi. Prawdopodobne jest także spotykanie się z sytuacją, że odbicie fali ultradźwiękowej przez obszar masywnych zwłóknień jest tak duże, że struktury położone głębiej są niewidoczne^(6,12).

W badanej próbie znalazły się również osoby ze stanem zapalnym, który był widoczny na obrazie ultrasonograficznym jako rozlany obszar o podwyższonej echogeniczności. W okolicy tych obszarów można było zobaczyć także depozyty wypełniacza HA. Zgodnie z zalecaniami płynącymi z literatury, dotyczącymi ultrasonograficznego obrazowania stanu zapalnego, należałoby w badaniach wykorzystywać opcje dopplera kolorowego^(16,17). W swojej pracy autorzy celowo z tego nie skorzystali i ograniczyli się jedynie do skali szarości. Taki schemat badania przyjęto ze względu na fakt, że w gabinetach medycyny estetycznej wykorzystuje się głównie aparaty ultrasonograficzne wysokich częstotliwości z głowicami jednokryształowymi sektorowymi o częstotliwościach 20 MHz i wyżej, które nie są wyposażone w opcje dopplerowskie.

Wnioski

Przeprowadzone badania własne potwierdziły, że w przypadku powikłań, jakimi są wyczuwalne palpacyjnie guzki po podaniu

wypełniaczy tkankowych, autorom udało się zidentyfikować ich przyczyny. W przeprowadzonym badaniu na podstawie obrazu ultrasonograficznego autorzy niniejszej pracy wykryli wszystkie guzki, które były depozytami HA lub ziarniniakami oraz byli w stanie zaobserwować zwłóknienia i stan zapalny. Podsumowując, można stwierdzić, że ultrasonografia skóry jest użyteczną metodą w ocenie przyczyny danego powikłania i pozwala zastosować odpowiednie postępowanie terapeutyczne. Istotne jest jednak dalsze kontynuowanie badań w celu

dopracowania standardów badania ultrasonograficznego i kryteriów różnicowania ultrasonograficznego.

Konflikt interesów

Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść niniejszej publikacji oraz rościć sobie do niej prawo.

Piśmiennictwo

1. Ugalmugle S, Swain R: Aesthetic Medicine Market Size, Share and Trends Analysis Report By Procedure Type (Invasive Procedures, Non-invasive Procedures), By Region (North America, Europe, APAC, MEA, LATAM), And Segment Forecasts, 2019–2026. Online: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/medical-aesthetics-market> [available: 21.10.2020].
2. Chiang YZ, Pierone G, Al-Niimi F: Dermal fillers: pathophysiology, prevention and treatment of complications. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2017; 31: 405–413.
3. Urdiales-Gálvez F, Delgado N, Figueiredo V, Lajo-Plaza J, Mira M, Moreno A *et al.*: Treatment of soft tissue filler complications: expert consensus recommendations. *Aesthetic Plast Surg* 2018; 42: 498–510.
4. Beauvais D, Ferneini EM: Complications and litigation associated with injectable facial fillers: a cross-sectional study. *J Oral Maxillofac Surg* 2020; 78: 133–140.
5. Signorini M, Liew S, Sundaram H, De Boule K, Goodman G, Monheit G *et al.*: Global aesthetics consensus: avoidance and management of complications from hyaluronic acid fillers-evidence- and opinion-based review and consensus recommendations. *Plast Reconstr Surg* 2016; 137: 961e–971e.
6. Grippaudo FR, Di Girolamo M, Mattei M, Pucci E, Grippaudo C: Diagnosis and management of dermal filler complications in the perioral region. *J Cosmet Laser Ther* 2014; 16: 246–252.
7. Di Girolamo M, Mattei M, Signore A, Grippaudo FR: MRI in the evaluation of facial dermal fillers in normal and complicated cases. *Eur Radiol* 2015; 25: 1431–1442.
8. Niasme E, Delattre BMA, Lenoir V, Modarressi A, Poletti PA, Becker M, Boudabbous S: Quantitative magnetic resonance imaging: differentiating soft tissue implants and fillers used in cosmetic and reconstructive surgery. *Skeletal Radiol* 2020.
9. Schelke LW, Decates TS, Velthuis PJ: Ultrasound to improve the safety of hyaluronic acid filler treatments. *J Cosmet Dermatol* 2018; 17: 1019–1024.
10. Wortsman X, Wortsman J, Orlandi C, Cardenas G, Sazunic I, Jemec GB: Ultrasound detection and identification of cosmetic fillers in the skin. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2012; 26: 292–301.
11. Iwayama T, Hashikawa K, Osaki T, Yamashiro K, Horita N, Fukumoto T: Ultrasonography-guided cannula method for hyaluronic acid filler injection with evaluation using laser speckle flowgraphy. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2018; 6: e1776.
12. Schelke LW, Van Den Elzen HJ, Erkamp PP, Neumann HA: Use of ultrasound to provide overall information on facial fillers and surrounding tissue. *Dermatol Surg* 2010; 36 Suppl 3: 1843–1851.
13. Rocha LPC, de Carvalho Rocha T, de Cássia Carvalho Rocha S, Henrique PV, Manzi FR, Silva MRMA: Ultrasonography for long-term evaluation of hyaluronic acid filler in the face: A technical report of 180 days of follow-up. *Imaging Sci Dent* 2020; 50: 175–180.
14. Scotto di Santolo M, Massimo C, Tortora G, Romeo V, Amitrano M, Brunetti A *et al.*: Clinical value of high-resolution (5–17 MHz) echocolor Doppler (ECD) for identifying filling materials and assessment of damage or complications in aesthetic medicine/surgery. *Radiol Med* 2019; 124: 568–574.
15. Schelke LW, Cassuto D, Velthuis P, Wortsman X: Nomenclature proposal for the sonographic description and reporting of soft tissue fillers. *J Cosmet Dermatol* 2020; 19: 282–288.
16. Wortsman X: Ultrasound of the subcutaneous tissue. In: Humbert P, Fanian F, Maibach H, Agache A: *Agache's Measuring the Skin*. Springer, 2017.
17. O'Rourke K, Kibbee N, Stubbs A: Ultrasound for the evaluation of skin and soft tissue infections. *Mo Med* 2015; 112: 202–205.