

Zastosowanie badań ultrasonograficznych wysokiej częstotliwości w monitorowaniu terapii antycellulitowej – doświadczenia własne

The use of high frequency ultrasonography in monitoring anti-cellulite therapy – own experience

ROBERT MŁOSEK^{1/}, RENATA DĘBOWSKA^{2/}, MARCIN LEWANDOWSKI^{4/}, SYLWIA MALINOWSKA^{3/}, RYSZARD TRUSZKOWSKI^{4/}, ANDRZEJ NOWICKI^{4/}, IRENA ERIS^{2/}

^{1/} Zakład Diagnostyki Obrazowej II Wydział Lekarski WUM w Warszawie

^{2/} Centrum Naukowo-Badawcze Dr Irena Eris

^{3/} Life-Beauty sp. cywilna, Grodzisk Mazowiecki

^{4/} Zakład Ultradźwięków IPPT PAN w Warszawie

Summary

Introduction. The construction of high frequency heads opened new investigational terrain for ultrasonography. The use of heads with a frequency of 20-50MHz enabled the imaging of superficial tissues remaining beyond the reach of ultrasonographers before. As a result, USG entered dermatology, cosmetology and ophthalmology.

Objective. The goal of this work was to check the usefulness of high frequency ultrasonography in monitoring anti-cellulite therapy.

Material and methods. The study included two groups of women. The first group used anti-cellulite cream, the other group was subjected to cosmetic procedures performed with the use of Body Wrapping method. An experimental uScan device equipped with a head with the frequency of 35 MHz was used in the study. Ultrasonographic imaging was performed before the beginning of therapy and after its completion. In the collected material, the thickness of epidermis and dermis, the echogenicity of dermis, the in-growth of subcutaneous tissue bands into dermis and the presence and absence of edemas were assessed.

Results and conclusions. Exams show that the most useful parameters for evaluating cellulite in high frequency ultrasonographic imaging are: the thickness of dermis, the in-growth of subcutaneous tissue bands into dermis and echogenicity. Considering the novel character of this work, it seems reasonable to undertake further studies related to the topic.

Key words: high frequency ultrasonography, cellulite, dermis, epidermis

Streszczenie

Wprowadzenie. Skonstruowanie głowic wysokich częstotliwości otworzyło dla ultrasonografii nowe, dotychczas niepoznane obszary badawcze. Zastosowanie głowic o częstotliwościach 20-50MHz umożliwia obrazowanie tkanek powierzchniowych, które wcześniej postawały poza zasięgiem ultrasonografistów. Dzięki temu badania USG wkroczyły do dermatologii, kosmetologii i okulistyki.

Cel pracy. Celem niniejszej pracy było sprawdzenie użyteczności badań ultrasonograficznych wysokiej częstotliwości w monitorowaniu terapii antycellulitowej.

Materiał i metoda. W badaniach udział wzięły 2 grupy kobiety. Pierwsza grupa stosowała krem antycellulitowy, druga grupa poddana była zabiegom kosmetycznym metodą Body Wrapping. Do badań zastosowano eksperymentalny aparat u-Scan wyposażony w głowicę o częstotliwości 35 MHz. Badania ultrasonograficzne były wykonywane przed rozpoczęciem terapii oraz po jej zakończeniu. W zebranych materiale oceniano grubość naskórka oraz skóry właściwej, echogeniczność skóry właściwej, wrastanie pasm tkanki podskórnej w skórę właściwą oraz występowanie lub brak obrzęków.

Wyniki i wnioski. Przeprowadzone badania pokazały, że użytecznymi parametrami do oceny cellulitu w badaniach ultrasonograficznych wysokich częstotliwość są przede wszystkim grubość skóry właściwej, wrastanie pasm tkanki podskórnej w skórę właściwą oraz echogeniczność. Biorąc pod uwagę nowatorski charakter pracy zasadne wydaje się podejmowanie dalszych badań w zakresie tej tematyki.

Słowa kluczowe: ultrasonografia wysokich częstotliwości, cellulit, skóra właściwa, naskórek

© Polish Journal of Cosmetology 2008, 11(4): 283-294

www.kosmet.pl

Nadesłano: 16.06.2009

Zakwalifikowano do druku: 29.08.2009

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Dr RKMłosek

Zakład Diagnostyki Obrazowej, II Wydział Lekarski WUM

ul. Kondratowicza 8, 03-242 Warszawa

tel. 022 326 58 10, e-mail: mdchris@poczta.onet.pl

Introduction

The interest in issues related to cellulite has significantly risen in recent years. The main reason for this is the prevalence of the problem; cellulite, defined as connective tissue fibrosis, occurs in over 85–90% of female population [1,2]. It is investigated by both cosmetic specialists who develop cosmetic preparations and methods aiming at its reduction and by doctors, whose attention is focused on the morphological assessment of cellulite skin and the changes occurring in it as a result of different factors, including the applied anti-cellulite therapies. Despite the broad range of remedies for limiting cellulite, we still don't have methods that would allow for its objective assessment, defining the stage of its severity and for monitoring the flow of different kinds of anti-cellulite therapies.

Cellulite severity stage is most commonly assessed in palpable examination and defined with the use of different scales (e.g. the Nurnberger-Müller scale) [3]. However, this method is subjective and it's impossible to draw final conclusions on its basis. Also, thermography and differently standardized photographic techniques are used to evaluate cellulite as well as there are attempts to make the assessment through measuring skin elasticity and hydration [4,5]. Unfortunately, all these methods have limitations and cannot be considered objective.

In recent years, there have been attempts to evaluate subcutaneous tissue with the use of objective methods, such as MRI, CT and ultrasonography [6]. The usefulness of these methods turned out to be very high. Unfortunately, in case of MRI and CT, very high costs, limited availability and, in case of CT, also, patient's exposure to ionic radiation constitute a significant barrier in their popularization. Only ultrasonography can become a widely used method for cellulite assessment as it is cheap, available, noninvasive, safe for the patient and repeatable. Cellulite ultrasonography was performed with the use of classic ultrasonographs with broad-band heads with the frequency of 7.5-10 MHz. The use of this type of heads allows for the imaging of subcutaneous tissue, the dermis is less visible while epidermis is practically impossible to evaluate. The breakthrough in the imaging of dermis and epidermis happened with the construction of ultrasonographic heads with high frequency within the range of 20–40 MHz.

High frequency ultrasonography in cellulite diagnostics

With the construction of high frequency ultrasonographic heads, the imaging of dermis became possible and ultrasonography found its place in dermatology and cosmetology [7,8]. High

Wstęp

Zainteresowanie problematyką związaną z cellulitem w ostatnich latach znacznie wzrosło. Główną przyczyną tego wzrostu jest rozmiar zjawiska, gdyż cellulit definiowany jako zwłóknienie tkanki łącznej występuje u ponad 85–90% populacji kobiet [1,2]. Cellulit stanowi przedmiot badań zarówno specjalistów z branży kosmetycznej, którzy opracowują metody i preparaty kosmetyczne mające na celu jego redukcję, jak również lekarzy, których uwaga koncentruje się na ocenie morfologii skóry dotkniętej cellulitem i zmian w niej zachodzących pod wpływem różnych czynników w tym również stosowanych terapii antycellulitowych. Mimo szerokiego wachlarza środków pozwalających na zmniejszanie cellulitu stale nie posiadamy metod, które umożliwiłyby obiektywne jego ocenianie, ustalanie stopnia zaawansowania oraz monitorowanie przebiegu różnego typu terapii antycellulitowych.

Stopień zaawansowania cellulitu najczęściej jest oceniany w badaniu palpacyjnym i określany za pomocą różnych skal (np. skala Nurnbergera-Müllera) [3]. Jest to jednak metoda subiektywna i w oparciu o nią nie jest możliwe wyciągnięcie ostatecznych wniosków. Do oceny cellulitu stosuje się również termografię, w różny sposób standaryzowane techniki fotograficzne oraz podejmuje się próby jego oceny poprzez mierzenie elastyczności skóry i jej nawilżenia [4,5]. Niestety wszystkie te metody mają ograniczenia i nie można uznać ich za obiektywne.

W ostatnich latach podjęto próby oceny tkanki podskórnej za pomocą metod obiektywnych takich jak: rezonans magnetyczny, tomografia komputerowa, ultrasonografia [6]. Użyteczność powyższych metod okazała się bardzo wysoka. Niestety w przypadku TK i RM barierą w ich upowszechnieniu są wysokie koszty, mała dostępność a w tomografii komputerowej dodatkowo narażenie pacjenta na promieniowanie jonizujące. Jedynie ultrasonografia ma szansę stać się powszechnie stosowaną metodą oceny cellulitu, gdyż jest tania, dostępna, bezinwazyjna, bezpieczna dla pacjenta jak również powtarzalna. Badania ultrasonograficzne cellulitu wykonywano klasycznymi ultrasonografami z głowicami szerokopasmowymi o częstotliwościach 7,5-10 MHz. Stosowanie tego typu głowic umożliwia zobrazowanie tkanki podskórnej, gorzej widoczna jest skóra właściwa a naskórka praktycznie nie można ocenić. Przełomem w obrazowaniu skóry właściwej i naskórka było skonstruowanie ultrasonograficznych głowic wysokiej częstotliwości w zakresie od 20–40 MHz.

Ultrasonografia wysokich częstotliwości w diagnozowaniu cellulitu

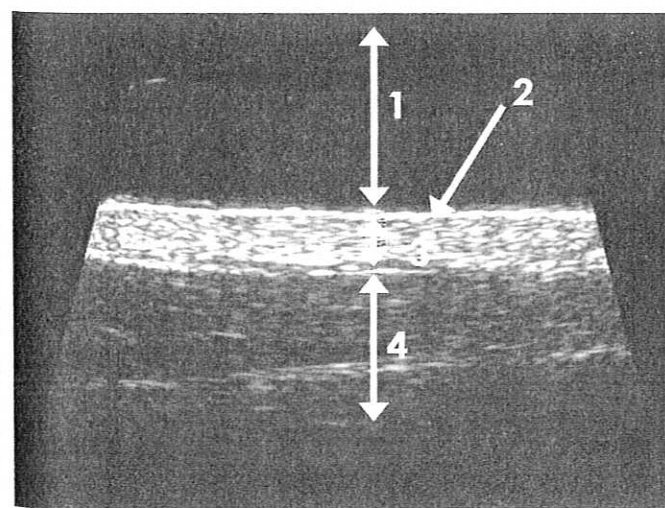
Wraz z opracowaniem głowic ultrasonograficznych wysokiej częstotliwości możliwe stało się obrazowanie skóry właściwej, dzięki czemu ultrasonografia znajduje swoje miejsce w dermatologii i kosmetologii [7,8].

frequency ultrasonography is used to evaluate skin changes, including tumors, and to diagnose diseases such as psoriasis, dermosclerosis, erysipelas as well as to monitor treatment [9,10]. In cosmetology, high frequency ultrasonography is used, mainly, to evaluate skin morphology and the changes occurring in it in connection with aging or other factors [11,12]. It also constitutes a perfect tool for the assessment of cellulite and for monitoring cellulite reducing therapies.

In an ultrasonographic image of healthy skin, the following can be differentiated, starting from the head:

1. anechoic dark space corresponding to the layer of ultrasonographic gel,
2. epidermis – visible as hyper-echoic thin line,
3. dermis – this layer is characterized by a significantly lower and varying echogenicity as compared to epidermis, which is due to its complex structure. In the image of dermis, hyper-echogenic reflections of collagen fibers contained in dermis and anechoic or hypo-echogenic spaces originated by extra-cellular matrix can be differentiated. Also blood vessels, glands and hair follicles are visualized in dermis.
4. subcutaneous tissue – a strongly hypoechogenic layer, which may contain hyperechogenic bands corresponding to connective tissue septa [7] (Fig. 1).

In an ultrasonographic image of cellulite skin we can differentiate all the layers characteristic of normal skin. The differentiating feature of cellulite is the in-growing of subcutaneous tissue bands into dermis in the form of so called “teeth” and the occurrence of edemas.



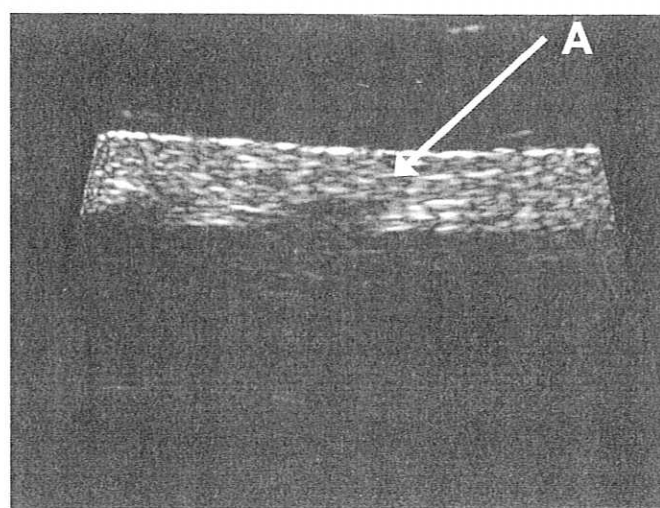
Ryc. 1. Obraz ultrasonograficzny skóry zdrowej
Fig. 1. Ultrasonographic image of healthy skin

Ultrasonografia wysokich częstotliwości wykorzystywana jest do badania zmian skórnych w tym nowotworowych, diagnozowania chorób np. łuszczycy, twardziny, róży oraz do monitorowania przebiegu leczenia [9,10]. W kosmetologii ultrasonografia wysokich częstotliwości jest wykorzystywana głównie do oceny morfologii skóry oraz zmian w niej zachodzących pod wpływem starzenia oraz innych czynników [11,12]. Stanowi również doskonałe narzędzie do oceny cellulitu i monitorowania terapii mających na celu jego redukcję.

W obrazie ultrasonograficznym skóry zdrowej w kolejności od głowicy wyróżnia się:

1. bezechową, ciemną przestrzeń odpowiadającą warstwie żelu ultrasonograficznego,
2. naskórek – widoczny jako hyperechogeniczna, cienka linia,
3. skórę właściwą – warstwa ta charakteryzuje się znacznie niższą i zróżnicowaną echogenicznością w stosunku do naskórka co spowodowane jest jej złożoną budową. W obrazie skóry właściwej można wyróżnić odbicia hiperechogeniczne od zawartych w niej włókien kolagenowych oraz bezechowe lub hipoechogeniczne przestrzenie pochodzące od macierzy zewnątrzkomórkowej. W skórze właściwej uwidaczniamy również naczynia krwionośne, gruczoły oraz mieszki włosowe
4. tkankę podskórną – warstwa silnie hipoechogeniczna, w której mogą występować pasma hiperechogeniczne odpowiadające przegrodom łącznotkankowym [7] (ryc. 1).

W ultrasonograficznym obrazie cellulitu wyróżniamy wszystkie warstwy charakteryzujące skórę normalną. Cechą charakterystyczną dla cellulitu jest wrastanie pasm tkanki podskórnej w skórę właściwą w postaci tzw. „zębów” jak również występowanie obrzęków.



Ryc. 2. Obraz skóry właściwej w cellulicie. A – wrastanie tkanki podskórnej w skórę właściwą
Fig. 2. Image of dermis with cellulite. A – the in-growing of subcutaneous tissue into dermis

The goal of this work was to evaluate the usefulness of high frequency ultrasonography in the monitoring of anti-cellulite therapies.

MATERIAL AND METHOD

Ultrasonographic imaging with the use of high frequency head was performed in 31 women aged 22–61 (mean age 42,55 years) diagnosed with cellulite during an earlier palpable examination. After being qualified for the study group, 21 women used anti-cellulite cream from the Pharmaceris C dermocosmetics line (Cosmetic Laboratory Dr Irena Eris). The women used the cream for 30 days, rubbing it into cellulite-affected areas 2 times a day. The remaining 10 women underwent an anti-cellulite therapy with the use of professional cosmetic preparations and the Body Wrapping method. Each woman underwent 10 procedures at 2–3 days intervals. The study included two different methods of cellulite reduction to make sure that the type of changes occurring in the skin is not dependent on the preparation used. Ultrasonographic imaging was performed twice for each of the women: before the start of therapy and after its completion. The imaging was performed on the back side of the thigh, always in the same area.

The examinations were performed using a novel high frequency ultrasonic equipment uScan elaborated by research group lead by Professor A. Nowicki in Ultrasound Department of IPPT PAN in Warsaw. The code transmission technique that provides higher quality of visualization within the whole range of depth has been implemented. The 35 MHz transducer with focal length of 13 mm has been applied. During examination apparatus settings were fixed. Application software enables the saving of all the settings and the reading of them to preserve conditions of the testing. The obtained ultrasonic images have been recorded on the hard disc of a computer. Then they were analyzed with use of the experimental software. The software enables measurement of thickness of the skin structures as well as their echogenicity that is performed by measurement of the number of pixels for a given range of brightness within area selected by researcher.

In the collected material, the following parameters were assessed:

- the thickness of epidermis,
- the thickness of dermis,
- the echogenicity of dermis,
- the depth of the in-growing of subcutaneous tissue bands into dermis,
- presence or absence of edemas.

Celem niniejszej pracy była ocena użyteczności badań ultrasonograficznych wysokich częstotliwości w monitorowaniu terapii antycellulitowych.

MATERIAŁ I METODA

Badania ultrasonograficzne cellulitu z zastosowaniem głowicy wysokich częstotliwości wykonano u 31 kobiet w wieku 22–61 lat (średnia wieku 42,55 lat) z rozpoznaniem we wcześniejszym badaniu palpacyjnym cellulitem. Po zakwalifikowaniu do próby badawczej 21 kobiet stosowało krem o działaniu antycellulitowym z linii dermokosmetyków Pharmaceris C (Laboratorium Kosmetyczne Dr Irena Eris). Kobiety stosowały krem przez 30 dni smarując miejsca objęte cellulitem 2 razy dziennie. Natomiast pozostałe 10 kobiet poddano terapii antycellulitowej z wykorzystaniem preparatów kosmetycznych do użytku profesjonalnego i metody Body Wrapping (zawijanie w folię). U każdej z kobiet wykonano 10 zabiegów w odstępach 2–3 dni. W badaniach wykorzystano dwie różne metody redukcji cellulitu, gdyż chciano mieć pewność, że typ zmian zachodzących w skórze nie jest zależny od typu stosowanego preparatu. Badania ultrasonograficzne były wykonywane u każdej z kobiet dwukrotnie: przed rozpoczęciem terapii i po jej zakończeniu. Badania wykonywano na tylnej części uda, zawsze w tym samym miejscu.

Badania wykonywano eksperymentalnym aparatem USG wysokiej częstotliwości uScan opracowanym przez zespół Profesora A. Nowickiego z Zakładu Ultradźwięków IPPT PAN w Warszawie. Aparat wykorzystuje technikę transmisji kodowanej, która pozwala na uzyskanie wyższej jakości obrazowania w całym zakresie głębokości. Do badań wykorzystano głowicę o częstotliwości 35 MHz i ogniskowej 13 mm. W trakcie całego badania utrzymywano stałe ustawienia aparatu. Aplikacja aparatu pozwala na zapis wszystkich ustawień przyrządu i ich wczytywania w celu zachowania warunków badania. Uzyskane obrazy ultrasonograficzne zapisywane były na dysku twardym komputera a następnie analizowane za pomocą eksperymentalnego oprogramowania. Oprogramowanie umożliwia pomiar grubości poszczególnych struktur skóry oraz ocenę ich echogeniczności przez pomiar liczby pikseli dla zadanych zakresów jasności w wybranym przez badającego obszarze zainteresowania.

W zebranym materiale ocenie poddano następujące parametry:

- grubość naskórka,
- grubość skóry właściwej,
- echogeniczność skóry właściwej,
- głębokość wrastania pasm tkanki podskórnej w skórę właściwą,
- występowanie lub brak obrzęków.

The thickness of dermis and epidermis was measured with the use of the ultrasonograph software.

The echogenicity of dermis was measured by the number of pixels. The investigator marked the area of skin he was interested in with a gate. In the area restricted by the gate, the measurement of the number of pixels within the brightness range of 10 to 100 was performed with the use of the software. The area marked with the gate was always of the same size and was positioned in the centre to include the largest possible area of dermis. In order to minimize faults resulting from inexact gate positioning (always in the same place), for each of the examined women the measurements were made on 3 ultrasonographic images, both in pre-therapy imaging and post-therapy imaging. The obtained mean result was considered for calculations.

The measurements of the depth of in-growth of subcutaneous tissue into dermis were made by measuring the length of the in-growing band. A line was marked between both ends of the band base and then the exact centre of the line was found. The measurement was made from the centre of the line to the top of the in-growing band. To minimize faults resulting from measurement, the subcutaneous tissue bands were measured on 3 ultrasonographic images obtained from each of the participants before and after therapy. From each scan, the longest band was taken and the mean length was calculated which was then used for further statistical calculations.

The presence or absence of edemas was evaluated by two independent investigators who analyzed the material collected during the study.

Additionally, the results obtained in the group of women using anti-cellulite cream were compared with the results obtained in the group subjected to Body Wrapping procedures. The goal of this comparison was to check whether the changes found in an ultrasonographic image of cellulite weren't caused by the type of method or anti-cellulite preparation used. Particular parameters were compared; the efficacy of methods wasn't assessed.

Statistical analysis was made with the use of Statistica software, version 5.5 and Excel calculation sheets. The parametric t-Student test was used for dependent and independent trials. Before using the t-Student test, the W Shapiro-Wilk test was used to check whether the distribution of variables in the studied sample was normal.

Grubość skóry właściwej i naskórka mierzono wykorzystując oprogramowanie aparatu ultrasonograficznego.

Echogeniczność skóry właściwej była mierzona za pomocą liczby pikseli. Na obrazie ultrasonograficznym badacz zaznaczał interesujący go obszar skóry właściwej za pomocą bramki. Na obszarze ograniczonym bramką w oparciu o oprogramowanie komputerowe dokonywano pomiaru liczby pikseli w zakresie jasności od 10 do 100. Wyznaczona bramką miała zawsze ten sam rozmiar i ustawiana była centralnie tak aby objąć jak największy obszar skóry właściwej. W celu zminimalizowania błędów wynikających z niedokładnego ustawienia bramki (zawsze w tym samym miejscu) pomiarów dokonywano zawsze na 3 obrazach ultrasonograficznych, w odniesieniu do każdej z badanych kobiet zarówno w badaniu przed terapią jak i po jej zakończeniu, a następnie do obliczeń przyjmowano uzyskany wynik średni.

Pomiarów głębokości wrastania pasm tkanki podskórnej w skórę właściwą dokonywano poprzez zmierzenie długości wrastającego pasma. Pomiedzy jednym a drugim końcem podstawy pasma wyznaczano linię a następnie wyznaczono jej środek, od którego dokonywano pomiaru do wierzchołka wrastającego pasma. W celu zminimalizowania błędów związanych z pomiarem, pasma tkanki podskórnej mierzono na 3 obrazach ultrasonograficznych wykonanych u każdej z badanych przed terapią i po terapii. Z każdego skanu wybierano pasmo najdłuższe a następnie wyznaczano ich wartość średnią, która wykorzystano w dalszych obliczeniach statystycznych.

Występowanie lub brak obrzęków oceniano dwóch niezależnych badaczy, którzy przeanalizowali zebrany w trakcie badań materiał.

Dodatkowo porównano wyniki uzyskane w próbie kobiet stosujących krem antycellulitowy z wynikami w próbie poddanej zabiegom metodą Body Wrapping. Celem tego porównania było sprawdzenie czy zmiany zachodzące w obrazie ultrasonograficznym cellulitu nie są spowodowane typem stosowanej metody lub preparatu antycellulitowego. Porównywano poszczególne parametry, nie oceniano natomiast skuteczności metod.

Analizy statystycznej dokonano oparciu o program Statistica wersja 5.5 oraz arkuszy kalkulacyjnych programu Excel. Zastosowano parametryczny test t-Studenta dla prób zależnych oraz dla prób niezależnych. Przed zastosowaniem testu t-Studenta użyto testu W Shapiro-Wilka w celu sprawdzenia czy rozkład zmiennych w badanej próbie jest rozkładem normalnym.

RESULTS

The W Shapiro-Wilk test in relation to the studied sample showed, in each case, that the distribution of variables was normal.

Assessment of epidermis thickness

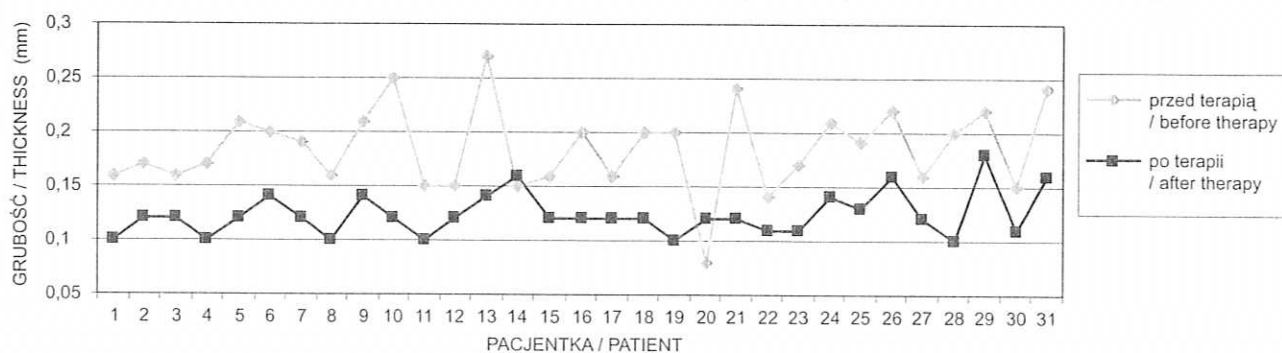
Before the beginning of anti-cellulite therapy in participating women the thickness of epidermis was in the range of 0.08–0.27 mm. The mean thickness was 0.19 mm. After completing anti-cellulite therapy, a decrease in epidermis thickness was observed. Only in two patients, epidermis was thicker after completing therapy. The mean thickness was 0.12 mm while the measurements obtained were within the range of 0.1–0.18 mm. The data collected during the study were also statistically verified with the use of t-Student for dependent groups. The obtained result $t=9.54$ ($\alpha=0,001$) indicates that the differences between particular tests were statistically significant which suggests that the applied therapy resulted in the decrease of epidermis thickness. When evaluating epidermis, it is necessary to take into account that the obtained measurements may carry a fault. It is due to the fact that epidermis is very thin and the resolution of the apparatus allows for making measurements with the accuracy of 0.01 mm.

WYNIKI

Test W Shapiro-Wilka w odniesieniu do badanej próby wykazał w każdym przypadku, że rozkład zmiennych jest normalny.

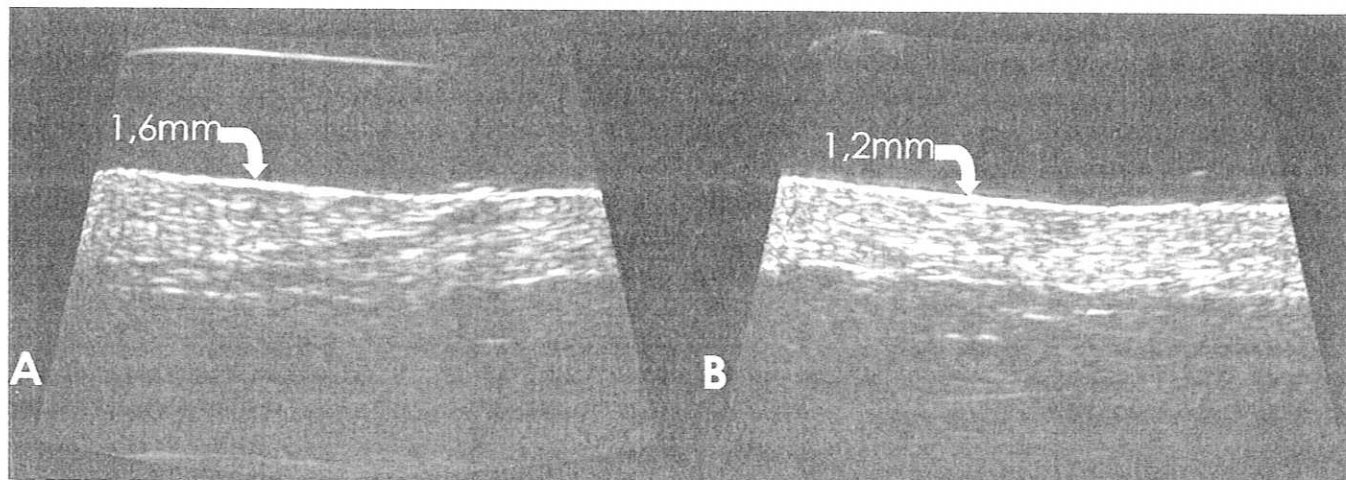
Ocena grubości naskórka

Przed rozpoczęciem terapii antycellulitowej u badanych kobiet grubość naskórka mieściła się w przedziale 0,08–0,27 mm. Średnia grubość wyniosła 0,19 mm. Po zakończeniu terapii antycellulitowej zaobserwowano zmniejszenie się grubości naskórka. Tylko w przypadku dwóch pacjentek po zakończeniu terapii naskórek był grubszy. Średnia grubość wyniosła 0,12 mm, natomiast uzyskane pomiary mieściły się w przedziale od 0,1–0,18 mm. Dane zebrane w trakcie badań poddano również weryfikacji statystycznej za pomocą t-Studenta dla grup zależnych. Uzyskany wynik $t=9,54$ ($\alpha=0,001$) wskazuje, że różnice uzyskane pomiędzy poszczególnymi badaniami są istotne statystycznie, co pozwala sądzić, że w wyniku zastosowanej terapii doszło do zmniejszenia grubości naskórka. Oceniając naskórek należy mieć na uwadze fakt, że uzyskiwane pomiary mogą być obciążone błędem. Jest to spowodowane faktem, iż naskórek jest bardzo cienki a rozdzielczość aparatu pozwala na dokonywanie pomiarów z dokładnością 0,01 mm.



Ryc. 3. Ocena grubości naskórka przed i po terapii antycellulitowej

Fig. 3. Assessment of epidermis thickness before and after anti-cellulite therapy



Ryc. 4. Pomiar grubości naskórka na obrazie ultrasonograficznym A – przed terapią, B – po terapii

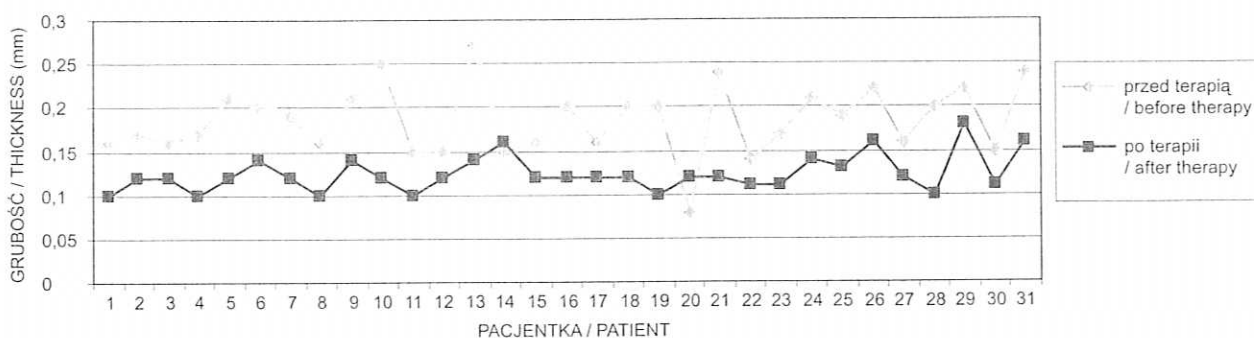
Fig. 4. Measurement of epidermis thickness on ultrasonographic image. A – before therapy, B – after therapy

Assessment of dermis thickness

The mean dermis thickness in participating women before therapy was 1.59 mm. The results obtained in the whole sample were within the range of 1.7–1.9 mm. After completing anti-cellulite therapy, a decrease in dermis thickness was observed in all women. The obtained results were within the range of 0.92–1.62 mm, the mean thickness was 1.27 mm. Statistical analysis made with the use of t-Student showed that the differences in the results are statistically significant, $t=10.09$, ($\alpha=0.001$), which suggests that the decrease in dermis thickness was caused by the applied therapy.

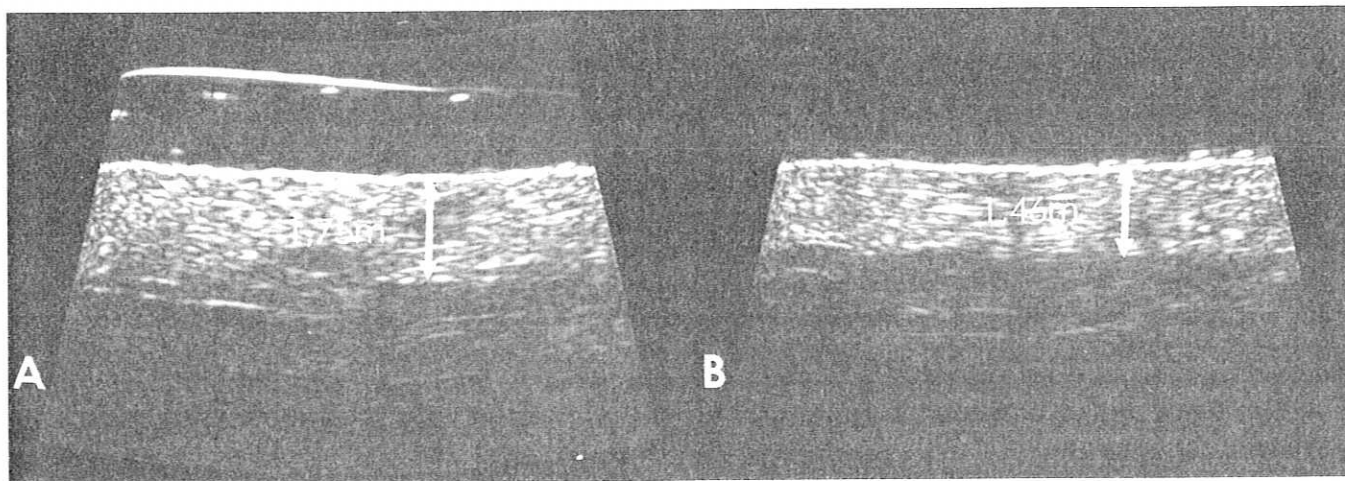
Ocena grubości skóry właściwej

Średnia grubość skóry właściwej u badanych kobiet przed rozpoczęciem zabiegu wynosiła 1,59 mm. Wyniki uzyskane w całej próbie mieściły się w przedziale od 1,7–1,9 mm. Po zakończonej terapii antycellulitowej u wszystkich kobiet zaobserwowano zmniejszenie grubości skóry właściwej. Uzyskane wyniki mieściły się w przedziale od 0,92 mm do 1,62 mm, średnia grubość 1,27 mm. Analiza statystyczna z zastosowaniem t-Studenta wykazała, że różnice w wynikach są istotne statystycznie, $t=10,09$, ($\alpha=0,001$) co pozwala przypuszczać, że zmniejszenie grubości skóry właściwej jest wywołane przeprowadzoną terapią.



Ryc. 5. Ocena grubości skóry właściwej przed i po terapii antycellulitowej

Fig. 5. Dermis thickness assessment before and after anti-cellulite therapy



Ryc. 6. Pomiar grubości skóry właściwej na obrazie ultrasonograficznym A – przed terapią, B – po terapii

Fig. 6. Measurement of dermis thickness on ultrasonographic image. A – before therapy, B – after therapy

Dermis echogenicity

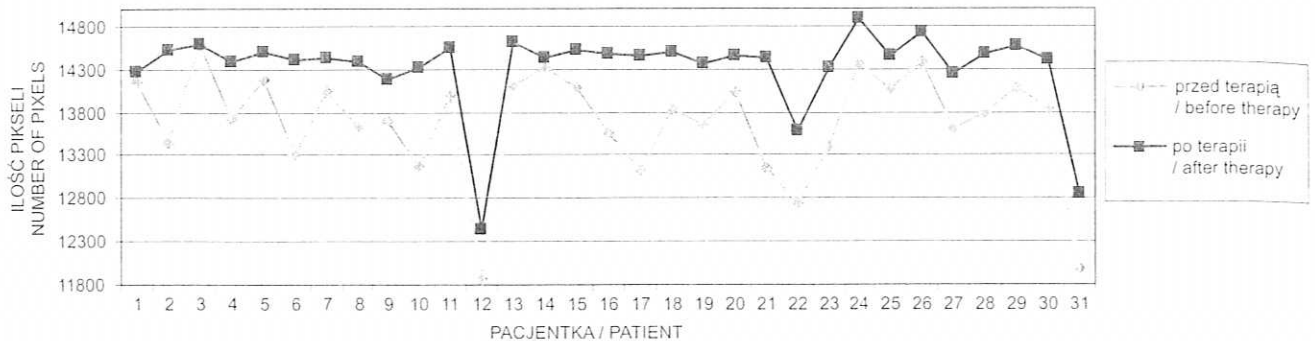
The mean echogenicity of dermis measured by the number of pixels in the marked area was 13674 pixels before the beginning of therapy. The obtained results were within the range of 11876–14599 pixels. After completing the therapy, an increase in dermis echogenicity was observed which was indicated by the increase in the number of pixels. The mean number of pixels after anti-cellulite therapy was 14313.78;

Echogenicność skóry właściwej

Średnia echogeniczność skóry właściwej mierzona ilością pikseli w zaznaczonym obszarze przed rozpoczęciem terapii wynosiła 13674,76 pikseli. Uzyskane wyniki mieściły się w zakresie 11876–14599 pikseli. Po zakończonej terapii zaobserwowano wzrost echogeniczności skóry właściwej o czym świadczy wzrost liczby pikseli. Średnia liczba pikseli po przeprowadzonej terapii antycellulitowej wynosiła 14313,78, uży-

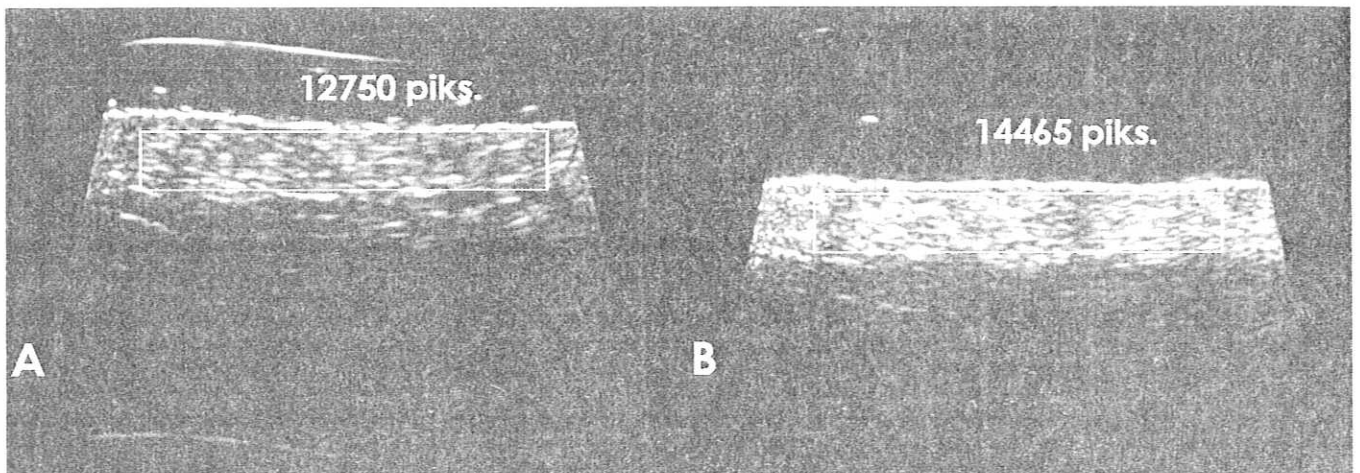
the values obtained were within the range of 12442–14884 pixels. The results obtained in t-Student, $t=10.55$, ($\alpha=0.001$) confirm that the differences in epidermis echogenicity before and after anti-cellulite therapy are statistically significant.

skane wartości zawarły się w przedziale 12442–14884 pikseli. Wyniki uzyskany w t-Studenta $t=10,55$, ($\alpha=0,001$) potwierdza, że zaobserwowane różnice w echogeniczności skóry właściwej przed i po terapii antycellulitowej są istotnie statystycznie.



Ryc. 7. Ocena echogeniczności przed i po terapii antycellulitowej

Fig. 7. Echogenicity assessment prior to and after the anti-cellulite therapy



Ryc. 8. Pomiar echogeniczności na obrazie ultrasonograficznym A – przed terapią, B – po terapii

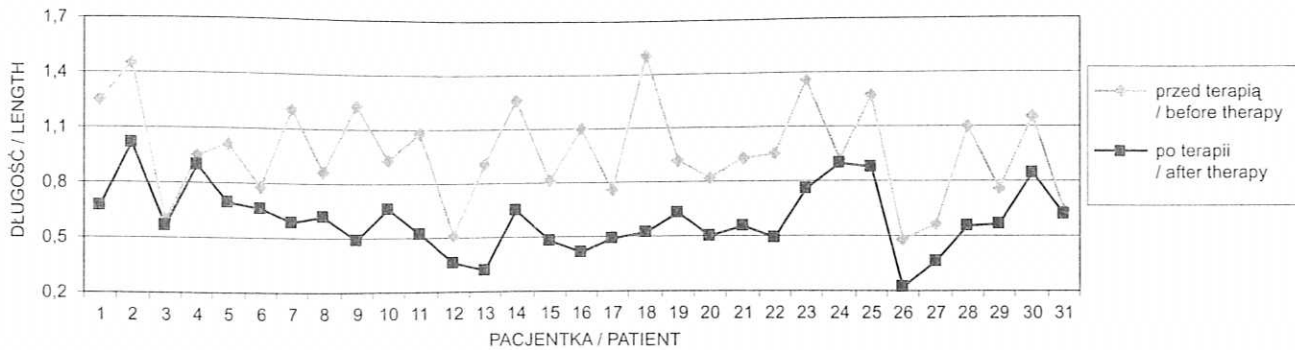
Fig. 8. Measurement of echogenicity on ultrasonographic image. A – before therapy, B – after therapy

The depth of subcutaneous tissue bands in-growth into dermis

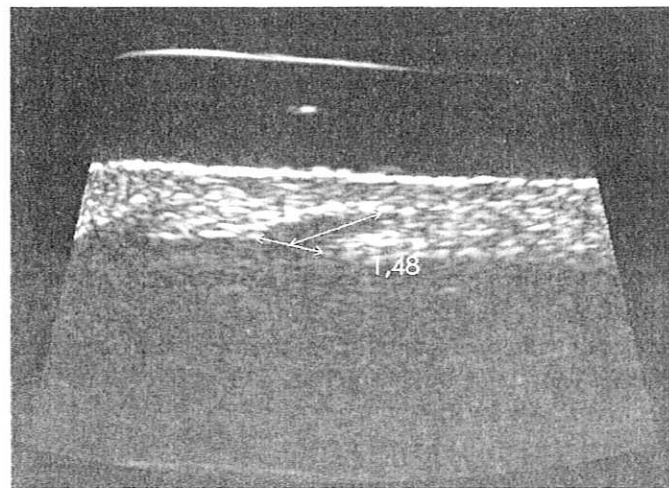
The depth of subcutaneous tissue in-growth into the dermis was determined on the basis of the length of the so-called „tooth”. Before anti-cellulite therapy, the length of the bands growing into dermis was within the range of 0.48–1.51 mm. The mean length of the “tooth” was 0.97 mm. After the therapy, a decrease in the length of the subcutaneous tissue bands growing into dermis was observed in all tested women. The mean length was 0.6 mm, and the obtained results were within the range of 0.23–1.02 mm. The result of t-Student, $t=8.85$ ($\alpha=0.001$) confirmed that the observed differences are statistically significant.

Głębokość wrastania pasm tkanki podskórnej w skórę właściwą

Głębokość wrastania tkanki podskórnej w skórę właściwą była określana przez długość tzw. „zęba”. Przed podjęciem terapii antycellulitowej długość pasm wrastających w skórę właściwą mieściła się w przedziale 0,48 mm do 1,51 mm. Średnia długość „zęba” wyniosła 0,97 mm. Po zakończonej terapii u wszystkich badanych kobiet zaobserwowano zmniejszenie się długości pasm tkanki podskórnej wrastających w skórę właściwą. Średnia długość wyniosła 0,6 mm a uzyskane wyniki mieściły się w przedziale 0,23 mm do 1,02 mm. Wynik t-Studenta $t=8,85$ ($\alpha=0,001$) potwierdził, że zaobserwowane różnice są istotnie statystycznie.



Ryc. 9. Głębokość wrastania tkanki podskórnej w skórę właściwą przed i po terapii antycellulitowej
 Fig. 9. The depth of subcutaneous tissue bands in-growth into dermis before and after anti-cellulite therapy



Ryc. 10. Pomiar głębokości wrastania tkanki podskórnej w skórę właściwą na obrazie ultrasonograficznym
 Fig. 10. Measurement of the depth of subcutaneous tissue bands in-growth into dermis on ultrasonographic image

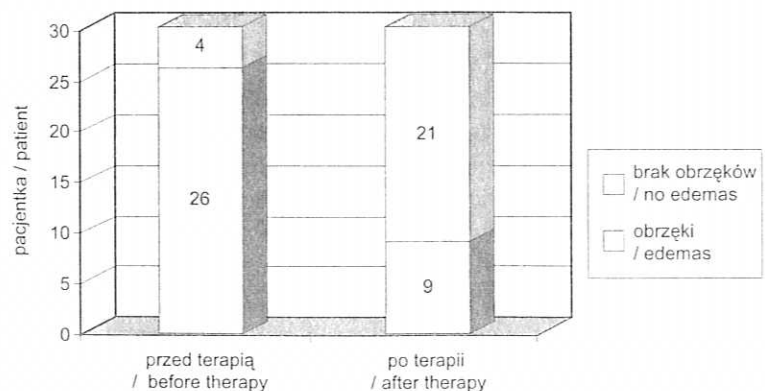
Presence or absence of edemas

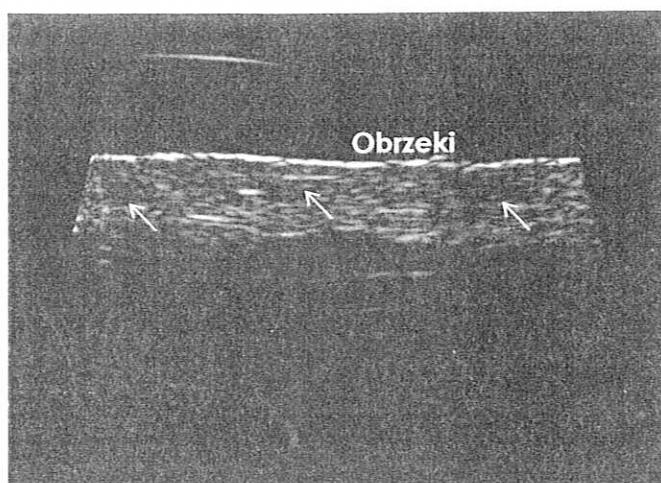
In ultrasonographic imaging performed before the beginning of therapy, edemas located in dermis were found in 26 women, which represents 86.7% of study population. After the therapy, the number of women with edemas decreased. After completing the therapy, edemas were present in 9 patients, which represents 30% of study population. The result obtained with the use of t-Student, $t=5.20$ ($\alpha=0,001$) indicates statistically significant differences. It suggests that the applied anti-cellulite therapy resulted in the disappearance of edemas.

Obecność lub brak obrzęków

W badaniach ultrasonograficznych wykonanych przed rozpoczęciem terapii obrzęki zlokalizowane w skórze właściwej uwidoczniono u 26 kobiet co stanowi 86,67% badanej próby badawczej. Po zakończeniu terapii liczba kobiet, u których występowały obrzęki zmniejszyła się. Po zakończeniu terapii obrzęki występowały u 9 pacjentek co stanowi 30% badanej próby. Wynik uzyskany przy pomocy t-Studenta $t=5,20$ ($\alpha=0,001$) wskazuje na istotną statystycznie różnicę. Pozwala to na przypuszczać, że na zanik obrzęków miała wpływ przeprowadzona terapia antycellulitowa.

Ryc. 11. Występowanie obrzęków przed i po terapii antycellulitowej
 Fig. 11. The presence of edemas before and after anti-cellulite therapy





Ryc. 12. Występowanie obrzęków uwidocznionych na obrazie ultrasonograficznym

Fig. 12. The presence of edemas on ultrasonographic image

Anti-cellulite cream vs. Body Wrapping – comparison

Results show that there are no statistically significant differences between the group of patients using anti-cellulite cream and Body Wrapping method, both before the therapy and after the completion of therapy (t-Student for independent groups). It suggests that the type of anti-cellulite therapy used has no influence on the changes. Detailed results are shown in the table I.

SUMMARY

Considering the problems with effective diagnosis and monitoring of anti-cellulite therapies, it seems important to seek reliable methods for improving both diagnosis and treatment monitoring [1,4,5,6]. One possible solution is the use of high frequency ultrasonography which, as a method, is cheap, repeatable, non-invasive and safe for the patient and, thus, has the potential to become a common test in relation to cellulite. Studies related to the use of high frequency ultrasonography for assessing cellulite are conducted both in Poland and the rest of the world [7,8,9,12,13]. Unfortunately, the number of publications related to the topic is small and most reports from the studies are preliminary. In this situation, it seems important to conduct studies dedicated to this problem.

According to the results of the performed tests, all of the defined parameters are useful in evaluating cellulite and monitoring anti-cellulite therapy. Our experience shows that the parameter easiest to define is dermis thickness and its monitoring. It is due to the technical possibilities of the apparatus software. The decrease in the thickness of dermis and epidermis was confirmed in studies by other investigators. Also, the assessment of the presence or absence of edemas

Krem antycellulitowy a Body Wrapping – porównanie

Jak wykazały uzyskane wyniki pomiędzy grupą pacjentek stosujących krem antycellulitowy a metodę Body Wrapping nie ma istotnych statystycznie różnic zarówno przed rozpoczęciem terapii jak i po jej zakończeniu (t-Studenta dla grup niezależnych). Pozwala to przypuszczać, że rodzaj stosowanej terapii antycellulitowej nie ma wpływu na zachodzące zmiany oceniane za pomocą ultrasonografii wysokich częstotliwości. Szczegółowe zestawienie wyników zamieszczono w tabeli I.

PODSUMOWANIE

Biorąc pod uwagę problemy ze skutecznym diagnozowaniem i monitorowaniem terapii antycellulitowych istotne wydaje się poszukiwanie wiarygodnych metod, które by to umożliwiły [1,4,5,6]. Szansą w tej sytuacji jest zastosowanie ultrasonografii wysokich częstotliwości, która jako metoda tania, powtarzalna, bezinwazyjna i bezpieczna dla pacjenta ma szansę stać się powszechnym badaniem w odniesieniu do cellulitu. Badania dotyczące zastosowania ultrasonografii wysokich częstotliwości do oceny cellulitu są prowadzone od kilku lat zarówno w Polsce jak i na świecie [7,8,9,12,13]. Niestety liczba publikacji związana z tą tematyką jest niewielka, a większość doniesień z badań ma charakter wstępny. W tej sytuacji istotne wydaje się prowadzenie prac poświęconych tej tematyce.

Jak wykazują wyniki przeprowadzonych badań wszystkie z wyznaczonych parametrów są użyteczne w ocenie cellulitu i monitorowaniu terapii antycellulitowej. Jak wynika z naszych doświadczeń najłatwiejszym do wyznaczenia parametrem jest grubość skóry właściwej i monitorowanie zmian w jej grubości. Jest to związane z możliwościami technicznymi, które stwarza oprogramowanie komputerowe aparatu. Zmniejszanie się grubości skóry właściwej i naskórka zostało po-

Tabela 1. Porównanie wyników pomiędzy grupą stosującą krem antycellulitowy a grupą poddaną terapii metodą Body Wrapping
Table 1. The comparison of results between the group using anti-cellulite cream and the group subjected to Body Wrapping therapy

Parametr / Parameter	Okres czasu / Time	Krem antycellulitowy / Anti-cellulite cream			Body Wrapping / Body Wrapping			t-Student	Poziom istotności / Significance level $\alpha=0,001$
		N	\bar{x}	s	N	\bar{x}	s		
Grubość naskórka / Epidermis thickness	Przed terapią / Before therapy	21	0,18	0,04	10	0,19	0,03	0,47	NS
	Po terapii / After therapy	21	0,12	0,02	10	0,13	0,03	1,58	NS
Grubość skóry właściwej / Dermis thickness	Przed terapią / Before therapy	21	1,59	0,21	10	1,57	0,23	0,31	NS
	Po terapii / After therapy	21	1,25	0,17	10	1,32	0,21	0,88	NS
Echogeniczność / Echogenicity	Przed terapią / Before therapy	21	13698,76	581,83	10	13624,37	757,03	0,09	NS
	Po terapii / After therapy	21	14343,59	447,76	10	14251,2	597,64	0,30	NS
Wrastanie pasm tk. podskórnej w skórę właściwą / In-growing of subcutaneous tissue bands into dermis	Przed terapią / Before therapy	21	0,99	0,26	10	0,92	0,30	0,73	NS
	Po terapii / After therapy	21	0,59	0,16	10	0,62	0,26	0,47	NS
Obrzęki / brak obrzęków / Edemas/no edemas	Przed terapią / Before therapy	21	0,81	0,40	10	0,9	0,32	0,62	NS
	Po terapii / After therapy	21	0,29	0,46	10	0,3	0,48	0,07	NS

NS – nieistotne statystycznie / statistically insignificant

wasn't difficult as they were very well visualized in the obtained ultrasonographic images.

The most important parameters for ultrasonographic cellulite assessment are, in our opinion, the changes in dermis echogenicity and the depth of in-growth of subcutaneous tissue bands into dermis. As our study results show, an increase in dermis echogenicity, most probably related to the rebuilding of collagen fibers was observed. In literature, some works in which measurements of dermis echogenicity were performed can be found [11]. Those studies, however, concentrated mostly on changes in echogenicity related to age and photo-aging.

In our assessment, also the evaluation of the depth of in-growth of subcutaneous tissue bands into dermis is very useful for assessing and monitoring therapy. The unevenness of the division between subcutaneous tissue and dermis has already been described by many authors: it can be visualized with the use of normal ultrasonograph [6]. High frequency ultrasonography, however, allowed for more detailed imaging of the subcutaneous tissue bands growing into dermis. Basing on this parameter, attempts have

twierdzone w badaniach innych autorów. Również ocena występowania lub braku obrzęków nie była trudna, gdyż na uzyskanych obrazach ultrasonograficznych są one bardzo dobrze uwidocznione.

Za najistotniejsze parametry w ultrasonograficznej ocenie cellulitu naszym zdaniem uznać można zmianę echogeniczności skóry właściwej jak również głębokość wrastania pasm tkanki podskórnej w skórę właściwą. Jak pokazują wyniki naszych badań w wyniku zastosowania terapii antycellulitowej obserwowano wzrost echogeniczności skóry właściwej, co prawdopodobnie związane jest z odbudowywaniem się włókien kolagenowych. W literaturze odnajdujemy prace, w których dokonywano pomiaru echogeniczności skóry właściwej [11]. Badania koncentrowały się jednak głównie na zmianach w echogeniczności związanych z wiekiem i fotostarzeniem.

W naszej ocenie również ocena głębokości wrastania pasm tkanki podskórnej w skórę właściwą jest niezwykle użyteczna w ocenie i monitorowaniu przebiegu terapii. Nierówność pomiędzy tkanką podskórną a skórą właściwą opisywana była przez wielu autorów, gdyż można ją uwidocznnić stosując klasyczny ultrasonograf [6]. Dopiero jednak ultrasonografia wysokich częstotliwości pozwoliła na dokładniejsze zobrazowanie pasm tkanki podskórnej wrastających w skórę właściwą. W oparciu o ten parametr podjęto

been made to classify cellulite into particular severity stages. The results of our study explicitly show that, as a result of the anti-cellulite therapy used, the depth of the in-growth of subcutaneous tissue bands into dermis was decreasing and the division line between dermis and subcutaneous tissue was evening. In case of this parameter, however, some problems occurred related to its precise determination, which prompts us to search for further solutions. We suspect that it would be more relevant to calculate the surface area of the in-growing bands but this would require creating additional, experimental software.

On the basis of our work and the reports from literature, it is justified to conclude that high frequency ultrasonography is an unusually effective method in the assessment of cellulite and in the monitoring of different therapies aiming at its reduction. Nevertheless, it seems reasonable to undertake further studies in order to define uniform testing techniques and precisely determine the methods of defining particular parameters.

próby klasyfikacji cellulitu na poszczególne stopnie. Analiza przeprowadzonych badań własnych wyraźnie pokazuje, że w wyniku stosowanej terapii zwalczającej cellulit głębokość wrastania pasm tkanki podskórnej w skórę właściwą zmniejszała się a granica między skórą a tkanką podskórną stawała się bardziej wyrównana. W przypadku tego parametru pojawiły się jednak trudności z precyzyjnym jego wyznaczaniem, co skłania do poszukiwania dalszych rozwiązań. Przepuszczamy, że bardziej zasadne byłoby obliczanie pola powierzchni wrastających pasm – jednak wymaga to stworzenia dodatkowego, eksperymentalnego oprogramowania komputerowego.

Na podstawie naszej pracy oraz doniesień płynących z literatury można stwierdzić, że ultrasonografia wysokich częstotliwości jest metodą niezwykle użyteczną w ocenie cellulitu i monitorowaniu przebiegu różnych terapii mających na celu jego redukcję. Zasadne wydaje się jednak podejmowanie dalszych prac mających na celu ustalenie jednolitej techniki badań jak również ściśle określenie metod wyznaczania poszczególnych parametrów.

Piśmiennictwo / References

- Załęska-Żyłka I. Cellulite as a medical problem. *Prob Hig Epidemiol* 2008, 89(4): 487-491.
- Ortonne JP, Zartarian M, Verschoore M, Queille-Roussel C, Duteil L. Cellulite and skin ageing: is there any interaction? *JEADV* 2008, 22: 827-834.
- Nurnberger F, Muller G. So-called cellulite: an invented disease. *Surg Oncol* 1978, 4: 221-228.
- Vincent C, Szubert M, Dębowska R, Bazela K, Eris I, Różański L, Stroiński M, Jaskólska Z, Duszyńska A. Zastosowanie termografii w diagnostyce cellulite. *Dermatologia Estetyczna* 2006: 85-89.
- Bielfeldt S, Buttgereit P, Brandt M, Springmann G, Wilhelm KP. Non-invasive evaluation techniques to quantify the efficacy of cosmetic anti-cellulite products. *Skin Res Technol* 2008, 14(3): 336-346.
- Sieradzan-Skrzetuska R. Nowoczesne metody obrazowe w diagnostyce tkanki podskórnej ze szczególnym uwzględnieniem panikulopatii obrzękowo-zwłóknieniowo-stwardnieniowej (cellulite). *Pol J Cosmetol* 2005, 1: 10-17.
- Nowicki A. Wstęp do ultrasonografii. Podstawy fizyczne i instrumentacja. *Medipage* 2004.
- Yano T, Fukuita H, Ueno S, Fukumoto A. 40MHz ultrasound diagnostics system for dermatologic examination. *IEEE 1987 Ultrasonic Symposium Proceeding* 1987, 857-878.
- Szymańska E, Nowicki A, Młosek RK, Litniewski J, Lewandowski M, Secomski W, Tymkiewicz R. Skin imaging with high frequency ultrasound-prliminary results. *Eur J Ultra* 2000, 12;9-16.
- Młosek RK. Ultrasonografia skóry. *Służba Zdrowia* 1997, 6: 35-36.
- Gniadecka M. Effects of ageing on dermal echogenicity. *Skin Res Tech* 2001, 7: 204-207.
- Gniadecka M, Jamec GBE. Quantitative evaluation of chronological ageing and photoageing in vivo: studies on skin echogenicity and thickness. *Brit J Dermatol* 1998, 139: 815-821.
- Sieradzan-Skrzetuska R. Zastosowanie diagnostyki ultrasonograficznej wysokich częstotliwości do badań problemów skóry z zakresu medycyny estetycznej i anti-ageing. *Pol J Cosmetol* 2005, 4: 231-235.