

# Zmiana elastyczności tkanki podskórnej a poprawa wyglądu skóry objętej cellulitem – doniesienia wstępne

---

Changes in subcutaneous tissue elasticity versus external appearance improvement of the skin with cellulite – initial results

**Robert Krzysztof Mlosek<sup>1</sup>, Witold Woźniak<sup>2</sup>, Renata Maria Dębowska<sup>3</sup>, Andrzej Nowicki<sup>4</sup>, Bartosz Migda<sup>1</sup>, Sylwia Malinowska<sup>5</sup>**

1. Zakład Diagnostyki Obrazowej II, Wydział Lekarski WUM w Warszawie  
Kierownik Zakładu: prof. dr hab. med. W. Jakubowski
2. I Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej i Naczyniowej, II Wydział Lekarski WUM w Warszawie  
Kierownik Zakładu: prof. dr hab. med. P. Ciostek
3. Centrum Naukowo-Badawcze Dr Irena Eris, ul. Puławska 107A, 02-595 Warszawa
4. Zakład Ultradźwięków IPPT PAN w Warszawie  
Kierownik Zakładu: prof. dr hab. A. Nowicki
5. Life-Beauty s.c., Grodzisk Mazowiecki

## Streszczenie

Ultrasonografia dysponuje obecnie wieloma opcjami umożliwiającymi prowadzenie dokładniejszej diagnostyki. Jedną z nich jest ultrasonograficzna elastografia, umożliwiająca dokonanie pomiaru elastyczności tkanek. Biorąc pod uwagę coraz większą popularność zabiegów poprawiających wygląd skóry, zasadne jest stosowanie elastografii w badaniach skóry.

Cel pracy. Celem pracy była ocena użyteczności ultrasonograficznej elastografii do monitorowania zmian elastyczności tkanki podskórnej zachodzących w wyniku terapii antycellulitowej oraz ich wpływ na poprawę wyglądu skóry.

Materiał i metoda. 23 kobiety ze stwierdzonym w badaniu palpacyjnym cellulitem, przez okres 30 dni stosowało terapię antycellulitową (krem + suplement diety). Badania ultrasonograficzne wykonano przed i po zakończeniu terapii. Wykorzystano elastografię statyczną. Ocenie ultrasonograficznej poddano: elastyczność tkanki podskórnej i mięśniowej. W badaniu palpacyjnym dodatkowo wykonano pomiar obwodu uda oraz określono stopień zaawansowania cellulitu na podstawie skali Nürnbergera-Müllera.

Wyniki. W wyniku przeprowadzonej terapii doszło do zwiększenia twardości tkanki podskórnej, co przełożyło się na poprawę wyglądu skóry, zmniejszenia obwodu uda i stopnia zaawansowania cellulitu. W przypadku tkanki mięśniowej nie odnotowano istotnych zmian w elastyczności przed i po zakończeniu terapii.

Wnioski. Ultrasonografia elastografia jest użyteczna w monitorowaniu przebiegu terapii antycellulitowych, konieczne jest jednak dalsze prowadzenie badań w tym zakresie.

## Summary

Elastography is a modern sonographic modality enabling measurement of tissue elasticity, which may prove useful in the assessment of results of the cosmetologic procedures.

Objective: the aim of this paper was to assess the usefulness of sonographic elastography for follow-up of changes in elasticity of subcutaneous skin during anti-cellulite therapy and to compare it with the esthetic results of the treatment.

Methods: 23 women with palpable cellulite underwent antycellulite therapy (cream + diet supplement) during 30 days. Strain elastography was performed before and after completion of the therapy. Elasticity of subcutaneous and muscle tissue was assessed, measurement of thigh circumference was performed, and degree of cellulite was assessed using the Nürnberger-Müller score.

Results: increasing stiffness of subcutaneous tissue was observed during the treatment, which led to improvement of skin look, decrease of the thigh circumference and lower Nürnberger-Müller score. Muscle tissue did not show any significant changes in elasticity before and after therapy.

Conclusion: Ultrasound elastography is useful in monitoring of the anti-cellulite therapy. However, larger studies are necessary to corroborate our results.

## Słowa kluczowe

cellulit, ultrasonograficzna elastografia, ultrasonografia wysokich częstotliwości, ultrasonografia skóry

## Key words

cellulite, ultrasound elastography, high frequency ultrasound, skin ultrasound

W ostatnich latach w ultrasonografii nastąpił bardzo duży postęp technologiczny. W aparatach ultrasonograficznych wprowadzono wiele opcji dzięki, którym diagnostyka ultrasonograficzna staje się coraz bardziej efektywna. Nowoczesne ultrasonografy wyposażone są w oprogramowanie poprawiające obrazowanie w skali szarości tj.: obrazowanie harmoniczne, ultrasonografia złożona, w opcje umożliwiające uzyskiwanie obrazu trójwymiarowego [1]. Producenci aparatów dodają również opcje, dzięki którym możliwe jest zebranie nowych jakościowo danych, co z kolei zwiększa możliwości diagnostyczne ultrasonografii. Przykładem takiej opcji jest elastografia ultrasonograficzna. Elastografia jest technika obrazowania umożliwiającą nieinwazyjną ocenę właściwości mechanicznych tkanek, która została wprowadzona do użytku około 20 lat temu [2,3]. Wyróżniamy dwa typy elastografii: statyczną i dynamiczną. W statycznej elastografii mierzy się odkształcenie tkanek pod wpływem ucisku. W elastografii dynamicznej stosowanie ucisku jest zbędne, pomiar elastyczności tkanki dokonywany jest w oparciu o analizę prędkości rozchodzenia się poprzecznej fali ultradźwiękowej w tkankach, co związane jest z ich elastycznością, określoną przez moduł sprężystości podłużnej Younga [1,4]. Elastografia dotychczas znalazła zastosowanie w diagnostyce raka sutka [5], raka prostaty [6], wątroby [7]. „Nowości” ultrasonograficzne tj. elastografia wprowadzane są również do dziedzin, w których badania ultrasonograficzne nie mają długiej tradycji np.: okulistyka [8], ortopedia [4]. W ubiegłym roku pojawiła się również praca, która podjęła problem zastosowania elastografii ultrasonograficznej w odniesieniu do badania skóry [9]. Rozpoczęcie badań nad zastosowaniem elastografii w badaniach skóry wydaje się niezwykle istotne, gdyż obecnie w dobie rozkwitu medycyny estetycznej i kosmetologii niezwykle istotne jest poszukiwanie obiektywnych metod, które umożliwiłyby monitorowanie przebiegu i ocenę efektywności różnego typu terapii mających na celu poprawę wyglądu skóry. Dotychczas medycyna estetyczna i kosmetologia wykorzystywała głównie techniki fotograficzne, termografię oraz podejmowane były próby mierzenia poszczególnych parametrów skóry za pomocą analizatorów skóry. Powyższe metody z racji swoich ograniczeń nie mogą zostać uznane za obiektywne. Metodą, która ma szansę na stałe wejść do użycia w medycynie estetycznej i kosmetologii jest ultrasonografia klasyczna i wysokich częstotliwości [10,11,12].

Jednym z kluczowych problemów medycyny estetycznej i kosmetologii jest zwalczanie cellulitu. Cellulit,

który definiowany jest jako zwióknienie tkanki łącznej dotyka ponad 85% populacji kobiet [13]. Mimo tego, iż nie jest on uznany za chorobę, a jedynie za defekt kosmetyczny stale trwają badania, których celem jest opracowanie skutecznego środka zwalczającego cellulit. Jednocześnie z poszukiwaniem skutecznego środka redukującego cellulit szuka się obiektywnych metod, które pozwoliłyby na monitorowanie przebiegu terapii antycellulitowych i ocenę ich skuteczności. Cellulit zazwyczaj oceniany jest podczas badania palpacyjnego z zastosowaniem skali oceny cellulitu. Jedną z najpopularniejszych skal pozwalającą na określenie stopnia zaawansowania cellulitu jest skala Nürnbergera-Müllera [14]. Coraz częściej do oceny cellulitu stosowana jest ultrasonografia klasyczna i wysokich częstotliwości [11,12,13]. Mając na uwadze fakt, że cellulit dotyka tkanki podskórnej zasadne jest również zbadanie elastyczności tkanki przy zastosowaniu elastografii.

Celem niniejszej pracy była ocena użyteczności ultrasonograficznej elastografii do monitorowania zmian elastyczności tkanki podskórnej zachodzących w wyniku terapii antycellulitowej oraz ich wpływ na poprawę wyglądu skóry.

## Materiał i metoda

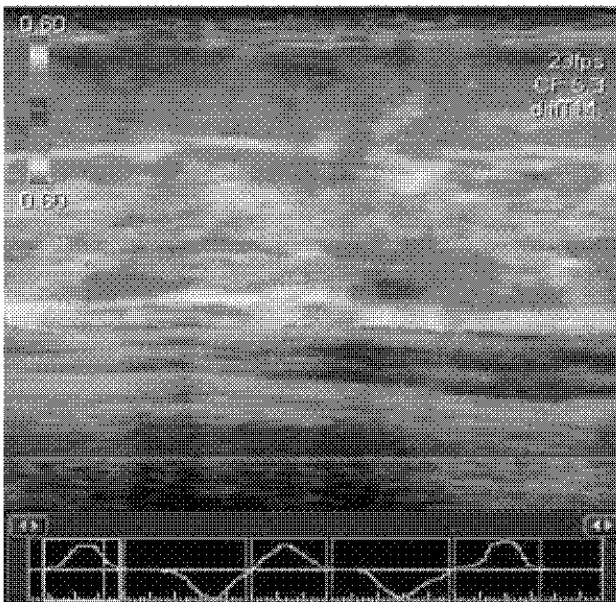
Do próby badawczej zakwalifikowano 23 kobiety w wieku 22-61 lat, średnia wieku wyniosła 45,04. Kobiety z próby badawczej stosowały przez okres 30 dni terapię antycellulitową opartą na dermokosmetykach z serii Pharmaceris C. Kobiety stosowały krem antycellulitowy, który wcierały w miejsca objęte cellulitem rano i wieczorem. Dodatkowo doustnie przyjmowały suplement diety. Suplement diety był zażywany dwa razy dziennie w trakcie posiłku.

Wszystkie pacjentki przed rozpoczęciem terapii zostały poddane badaniom palpacyjnym w trakcie, których stwierdzono występowanie cellulitu na udach oraz określono stopień zaawansowania cellulitu w oparciu o skalę Nürnbergera-Müllera. W trakcie badania dokonano również pomiaru obwodu uda na wysokości 70 cm od powierzchni podłogi. Badanie palpacyjne oraz pomiar obwodu uda został również wykonany po zakończeniu terapii.

Pomiaru elastografii ultrasonograficznej dokonano za pomocą ultrasonografu Toshiba Aplio z głowicą liniową, szerokopasmową o częstotliwości 18 MHz. Badania wykonywano z opcją D-THI przy stałych wartościach wzmocnienia. Aparat wyposażony był w opcje elastografii statycznej, w której obraz odkształcenia powsta-

wały w oparciu o technikę doplera tkankowego. Pomiar elastyczności mierzony był jako odkształcenie tkanek w wyniku ich uciśnięcia (odkształcenie). Wyniki elastografii przedstawiane były za pomocą skali barw, gdzie kolor niebieski oznaczał obszar najmniej odkształcający się, natomiast kolor czerwony obszar najbardziej odkształcający się (ryc. 1). Korzystając z dostępnego w aparacie oprogramowania na obrazie ultrasonograficznym zaznaczano za pomocą bramek obszary zainteresowania (ROI). Bramką żółtą zaznaczaliśmy obszar tkanki podskórnej natomiast branką różową zaznaczaliśmy tkankę mięśniową. Następnie porównywaliśmy, jak zmienia się odkształcenie (spowodowane uciskiem) tkanki podskórnej w stosunku do tkanki mięśniowej podczas terapii. Obrazy ultrasonograficzne były zapisywane na dysku twardym aparatu, a następnie analizowane. Pomiar elastografii u każdej z kobiet wykonany przed rozpoczęciem terapii antycellulitowej oraz po jej zakończeniu. Badania wykonywano na tylnej części uda zawsze w tej samej lokalizacji.

Wszystkie kobiety biorące udział w badaniach zostały poinformowane o rodzaju prowadzonych badań oraz wyraziły świadomą zgodę na udział w badaniach.



Ryc. 1. Pomiar elastografii ultrasonograficznej.

## Analiza statystyczna

Analiza statystyczna dokonana została z wykorzystaniem programu Statistica 8. W celu sprawdzenia rozkładu w próbie zastosowano test W Shapiro-Wilka. Ponieważ w badanej próbie rozkład był odmienny od normalnego, stosowano nieparametryczny test kolejności par Wilcoxon oraz test U Manna-Whitneya. Za istotny statystycznie poziom przyjęto  $\alpha=0,05$ .

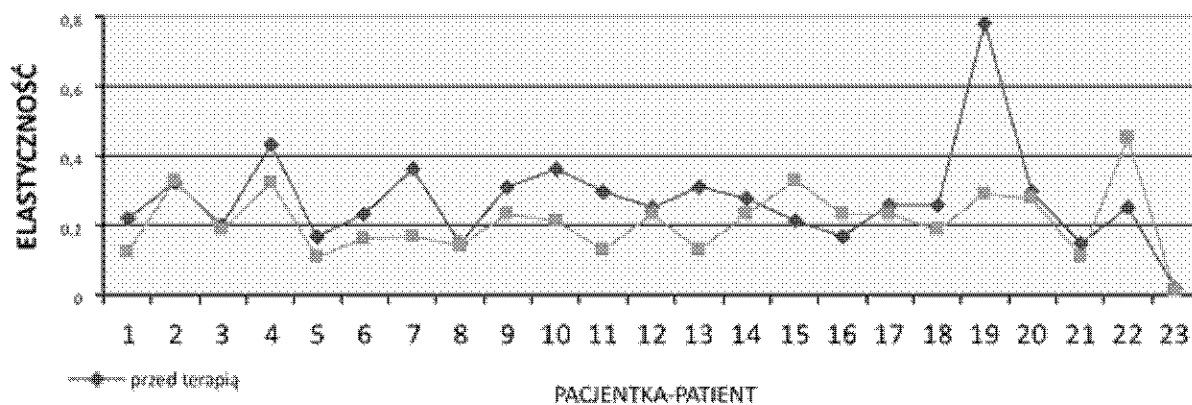
## Wyniki

Uzyskane wyniki badań pokazały, iż po zakończeniu terapii antycellulitowej w próbie badawczej doszło do istotnych zmian w elastyczności tkanki podskórnej, redukcji obwodu uda oraz stopnia zawnoszenia cellulitu.

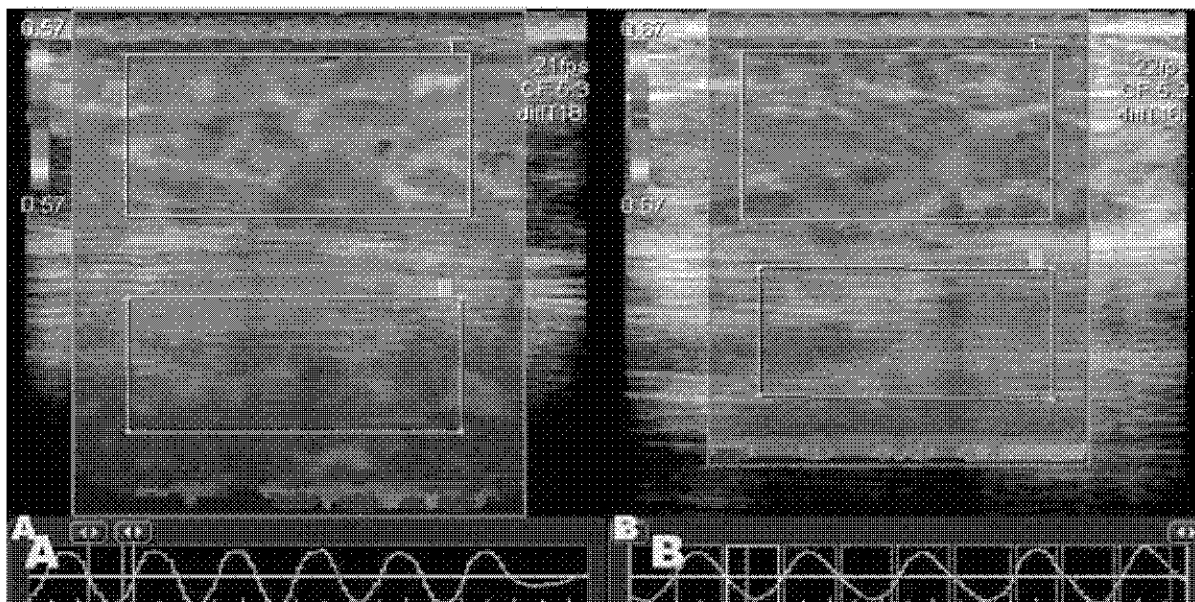
W przypadku pomiarów ultrasonograficznej elastyczności odrębnie przeanalizowano elastyczność tkanki podskórnej oraz tkanki mięśniowej. Przed rozpoczęciem terapii antycellulitowej średnia elastyczność tkanki podskórnej wyniosła w badanej próbie 0,27 natomiast po terapii 0,21. Różnica w elastyczności w elastyczności tkanki przed terapią i po terapii jest istotna statystycznie (tab. 1). Analizując zmianę elastyczności tkanki podskórnej odrębnie dla każdej pacjentki zauważamy, iż tylko w 3 przypadkach, co stanowi 13,04% badanych doszło do zmniejszenia twardości tkanki podskórnej, natomiast u pozostałych kobiet tkanka podskórna wyniku terapii stawała się twardsza – mniej podatna na odkształcenie (ryc. 2).

Niniejszy wynik został również potwierdzony poprzez analizę wzrokową obrazów ultrasonograficznych, gdzie wyraźnie widać zmiany w elastyczności wyrażone na skali barwnej. Przed terapią w obszarze zainteresowania obejmującym tkankę podskórną dominował kolor zielony z czerwonymi polami. Po terapii tkanka podskórna stała się bardziej twarda o czym świadczy występowanie w dużej przewadze koloru niebieskiego (ryc. 3).

Elastyczność tkanki mięśniowej przed terapią wyniosła średnio 0,17, natomiast po zakończeniu terapii wzrosła do 0,19. Odnotowana różnica nie jest jednak istotna statystycznie (tab. 1). Uzyskany wynik pozwala stwierdzić, iż przeprowadzona terapia nie wpłynęła



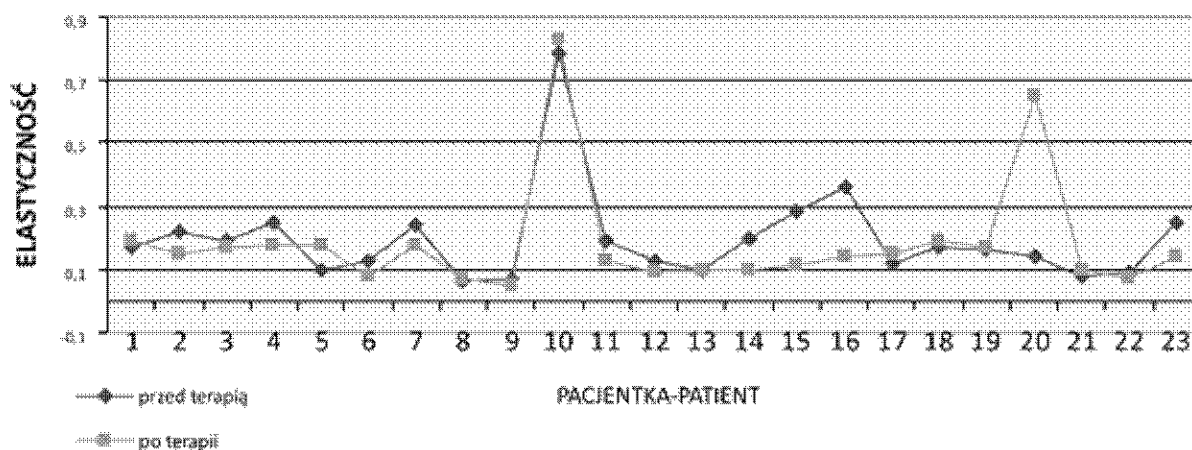
Ryc. 2. Elastyczność tkanki podskórnej przed i po terapii antycellulitowej.



Ryc. 3. Pomiar elastyczności tkanki podskórnej i mięśniowej na obrazie ultrasonograficznym. A – przed rozpoczęciem terapii, B – po zakończeniu terapii antycellulitowej.

Tabela 1. Wyniki w obrębie poszczególnych parametrów przed rozpoczęciem i po zakończeniu terapii antycellulitowej.

Parametr	$\bar{x}$ przed terapią	$\bar{x}$ po terapii	Test Wilcoxona [Z]	P
Elastyczność tkanki podskórnej	0,27	0,21	51	0,008
Elastyczność tkanki mięśniowej	0,17	0,19	86,5	0,194
Obwód uda na 70 cm	57,57 cm	55,22cm	0	0,00003
Stopień cellulitu	2,22	1,26	0	0,0001



Ryc. 4. Elastyczność tkanki mięśniowej przed i po terapii antycellulitowej.

na elastyczność mięśnia – zarówno przed terapią, jak i po jej zakończeniu, mięsień był tak samo podatny na odkształcenie. Tylko w przypadku jednej z badanych kobiet (4,35% badanych) zaobserwowano dużą różnicę w elastyczności mięśnia przed i po terapii antycellulitowej (ryc. 4).

Analiza obrazów ultrasonograficznych w skali barwnej potwierdziła opisane powyżej wyniki. Na skali barwnej zarówno przed, jak i po terapii w przypadku elastografii mięśnia dominował kolor niebieski, który świadczył o tym, iż tkanka mięśniowa jest twarda, mało podatna na odkształcenia (ryc. 3).

W ramach prowadzonej analizy dokonano również porównania elastyczności tkanki podskórnej i mięśniowej, zarówno przed, jak i po zakończeniu terapii. Przed rozpoczęciem terapii średnia elastyczność tkanki podskórnej wyniosła 0,27 natomiast mięśnia 0,17. Różnica w elastyczności zgodnie z wynikiem testu U Manna-Whitneya  $Z=3,45$ ,  $p=0,0006$  jest istotna statystycznie. Natomiast po zakończeniu terapii średnie wartości określające elastyczność zbliżają się do siebie. Elastyczność tkanki podskórnej po terapii wyniosła 0,21, a tkanki mięśniowej 0,19. Zaistniała różnica zgodnie z testem U Manna-Whitneya  $Z=1,89$ ,  $p=0,059$  nie jest istotna statystycznie. Uzyskane wyniki, wraz z analizą skali barwnej, pozwalają stwierdzić, iż wyniku przeprowadzonej terapii antycellulitowej doszło do zmniejszenia różnicy w podatności poszczególnych tkanek na odkształcenie. W wyniku zastosowanej terapii tkanka podskórna stała się twardsza, a jej twardość zbliżyła się do twardości mięśnia.

Zastosowana terapia przyczyniła się również do zmniejszenia obwodu uda. Uzyskano istotne statystycznie różnice (tab. 1) pomiędzy pomiarem uda przed rozpoczęciem terapii a po jej zakończeniu.

Efektom terapii było również istotne zmniejszenie stopnia zaawansowania cellulitu ocenianego w oparciu o skalę Nürnbergera-Müllera (tab. 1). Zmniejszenie stopnia zaawansowania cellulitu po zakończonej terapii stwierdzono u 82,69% badanych. Zmniejszenie zaawansowania cellulitu o jeden stopień w zastosowanej skali miało miejsce u 69,56% badanych, natomiast u 13,04% odnotowano zmniejszenie cellulitu o 2 stopnie.

## Dyskusja

Biorąc pod uwagę natężenie występowania cellulitu istotne wydaje się poszukiwanie skutecznych metod go redukujących. Nie można jednak zapomnieć również o poszukiwaniu skutecznych metod diagnostycznych, które w obiektywny sposób pozwoliłyby na monitorowanie przebiegu terapii antycellulitowych, a następnie na ocenę ich skuteczności [11-13]. Biorąc pod uwagę zalety ultrasonografii jako metody bezinwazyjnej, bezpiecznej dla pacjenta i stosunkowo taniej zasadne wydaje się wprowadzanie jej na grunt medycyny estetycznej i kosmetologii [10,11]. Istotne wydaje się również wykorzystanie możliwości diagnostycznych, które stwarza elastografia.

Zgodnie z otrzymanymi wynikami badań należy uznać, że elastografia ultrasonograficzna jest użyteczna w monitorowaniu przebiegu terapii antycellulitowej. W wyniku przeprowadzonej terapii doszło do zmiany w podatności na odkształcenia tkanki podskórnej, której twardość zwiększyła się zbliżając się do twardości mięśnia. Wraz ze wzrostem twardości tkanki podskórnej doszło do zmniejszenia się cellulitu i poprawy wyglądu skóry czego potwierdzeniem jest zmniejszenie się obwodu uda i stopnia zaawansowania cellulitu ocenianego w badaniu palpacyjnym w oparciu o skalę Nürnbergera-Müllera. Zmniejszenie się obwodu uda jest przez wielu autorów uznawane za bardzo istotny parametr [13], który potwierdza skuteczność stosowanej terapii antycellulitowej. Zmniejszanie się obwodu prawdopodobnie związane jest z ustępowaniem obrzęków, które są charakterystyczne w cellulicie. W świet-

le uzyskanych wyników istotne staje się prowadzenie terapii antycellulitowych w oparciu o środki, które spowodują zmniejszenie elastyczności tkanki podskórnej (tkanka ta będzie stała się twardsza – mniej podatna na odkształcenia). Za stosowaniem ultrasonografii w monitorowaniu i ocenie skuteczności terapii antycellulitowych przemawia również fakt, iż jest to badanie łatwe do wykonania, a następnie zinterpretowania. Zaletą elastografii jest również fakt, iż dostępna jest ona w klasycznych ultrasonografach.

Opierając się na wynikach przedstawionych powyżej badań można stwierdzić, iż na gruncie dermatologii, medycyny estetycznej i kosmetologii może być również użyteczna elastografia ultrasonograficzna. Mając jednak na uwadze brak szerszych opracowań z tego zakresu (udało nam się odnaleźć tylko 1 pracę z tego zakresu – bibliografia poz. 9), istotne jest dalsze prowadzenie prac badawczych nad zastosowaniem elastografii ultrasonograficznej w diagnozowaniu i monitorowaniu zmian zachodzących w skórze.

## Piśmiennictwo:

1. Słapa RZ, Jakubowski W. Nowe techniki ultrasonograficzne w badaniach tarczycy. *Acta Bio-Optica et Informatica Medica* 2010.
2. Lerner RM, Huang SR, Parker KJ. Sonoelasticity" images derived from ultrasound signals in mechanically vibrated tissues. *Ultrasound Med Biol.* 1990;16:231-239.
3. Hall TJ, Zhu Y, Spalding CS. In vivo real-time freehand palpation imaging. *Ultrasound Med Biol.* 2003;29:427-435.
4. Drakonaki EE, Allen GM, Wilson DJ. Real-time ultrasound elastography of the normal Achilles tendon: reproducibility and pattern description. *Clin Rad* 2009; 64: 1196-1202.
5. Itoh A, Ueno E, Tohno E, Kamma H, Takahashi H, Shiina T, et al. Breast disease: clinical application of US elastography for diagnosis. *Radiology* 2006;239:341-350
6. Miyagawa T, Tsutsumi M, Matsumura T, Kawazoe N, Ishikawa S, Shimokama T, Miyayama N, Akaza H. Real-time elastography for the diagnosis of prostate cancer: evaluation of elastographic moving images. *Jpn J Clin Oncol.* 2009 Jun;39(6):394-398.
7. Li YY, Wang XM, Zhang YX, Ou GC. Ultrasonic elastography in clinical quantitative assessment of fatty liver. *World J Gastroenterol.* 2010 Oct 7;16(37):4733-4737.
8. Detorakis ET, Drakonaki EE, Tsilimbaris MK, Pallikaris IG, Giarmenitis S. Real-Time Ultrasound Elastographic Imaging of Ocular and Periocular Tissues: A Feasibility Study. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging.* 2010 Jan-Feb;41(1):135-141
9. Gaspari R, Blehar D, Mendoza M, Montoya A, Moon C, Polan D. Use of ultrasound elastography for skin and subcutaneous abscesses. *J Ultrasound Med.* 2009 Jul;28(7):855-860.
10. Bielfeldt S, Buttgerit 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.
11. Sieradzan-Skrzetuska R, Zastosowanie diagnostyki