

Otrzymano:
27.09.2020
Zaakceptowano:
07.10.2020
Opublikowano:
18.12.2020

Zastosowanie ultrasonografii wysokich częstotliwości do oceny postępu gojenia owrzodzeń łydki

Usefulness of high-frequency ultrasound to assess the healing progress of shin ulcers

Agnieszka Krauze¹, Witold Woźniak², Robert Krzysztof Młosek¹

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

² I Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej i Naczyniowej Wydziału Lekarskiego, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

Adres do korespondencji: Agnieszka Krauze, Zakład Diagnostyki Ultrasonograficznej Wydziału Medycznego, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Kondratowicz 8, 03-242 Warszawa; tel.: +48 22 326 58 10, e-mail: agnieszka.krauze@outlook.com

DOI: 10.15557/JoU.2020.0045

Słowa kluczowe

owrzodzenie,
gojenie,
monitorowanie,
ultrasonografia
wysokich
częstotliwości,
biostymulacja
laserowa

Keywords

ulcer,
healing,
monitoring,
high-frequency
ultrasound,
laser biostimulation

Abstract

Introduction: As the average lifespan becomes longer, the number of cases of chronic shin ulcers is rising, which is slowly becoming a societal problem. Currently, there are no methods for objective evaluation of ulcer healing process. **Aim of the study:** The aim of the study was to assess the use of high-frequency ultrasound to monitor the healing of shin ulcers subjected to laser biostimulation. **Material and methods:** The study included 8 patients (4 men and 4 women) aged from 46 to 81 years with 9 shin ulcers in whom the healing process did not progress within 8 weeks despite effective causal treatment. The ulcers were subjected to laser biostimulation. The induced changes were monitored using high-frequency ultrasound and photographic records. Ultrasound examination was used to assess the depth of ulceration and the thickness of granulation tissue, migrating epidermis, subepidermal low-echogenic band (SLEB) and epidermis in the immediate vicinity. The wound severity index and ulcer vascularity were also assessed. **Results:** As a result of laser therapy, in 7 out of 9 cases the ulcers healed completely and in the remaining 2 cases ulcer size was reduced. During the ulcer healing process induced by laser therapy, ultrasound examination revealed decreasing ulcer depth, wound severity index and SLEB thickness. Granulation tissue increased in thickness and there was an epidermal formation effect (newly formed epidermis was much thicker than the one surrounding the wound and became thicker as a result of laser therapy sessions). During the healing of ulcers induced by laser therapy no significant changes were observed in ulcer vascularity and thickness of the surrounding epidermis. **Conclusions:** High-frequency ultrasound is a useful technique for the imaging of leg ulcers. It allows one to monitor their healing process induced by laser biostimulation. Further research on the subject needs to be pursued.

Wstęp

Przewlekłe owrzodzenie goleni to postać rany przewlekłej z pełnym ubytkiem skóry, która nie ulega wygojeniu w okresie 6–8 tygodni lub jej powierzchnia nie zmniejsza się istotnie (o 20–40%) w ciągu 2–4 tygodni. Częstość owrzodzeń goleni rośnie wraz z wiekiem, po 60. roku życia występują one u 0,6–3% chorych, a w grupie pacjentów po 80. roku życia odsetek ten sięga 5%⁽¹⁾. Wraz z wydłużaniem się średniej życia rośnie liczba przewlekłych owrzodzeń goleni, co staje się powoli problemem społecznym.

Najczęstszymi przyczynami tych owrzodzeń są: przewlekła niewydolność żylna (*chronic venous insufficiency*, CVI), choroba tętnic obwodowych (*peripheral artery disease*, PAD) i cukrzyca (*diabetes mellitus*, DM)⁽²⁾. Nie należy zapominać także o rzadszych przyczynach, do których zalicza się miejscowe zakażenia skóry, nowotwory skóry, chorobę Buergera, chorobę Raynauda, zaburzenia odpływu chłonki, choroby tkanki łącznej, anemię, czerwienicę czy dysproteinemię^(1,3,4). Najczęstszą jednak przyczyną, stanowiącą 70% przypadków występowania owrzodzeń goleni, jest CVI, która zwykle jest spowodowana refluksiem lub zmianami pozakrzepowymi w obrębie układu żylnego kończyn dolnych.

Współczesna terapia owrzodzeń goleni obejmuje leczenie zarówno przyczynowe, jak i miejscowe. W leczeniu przyczynowym należy uwzględnić eliminację lub istotne zmniejszenie refluksu w układzie żylnym kończyn dolnych, rewaskularyzację tętniczą, wyrównanie poziomów glikemii oraz stosowaną terapię dla rzadziej występujących jednostek chorobowych. Bardzo ważne jest równoczesne prowadzenie leczenia miejscowego, obejmującego oczyszczanie rany i pobudzenie naskórkowania. Wśród metod miejscowych można wyróżnić różnorodne, często zaawansowane technologicznie opatrunki, miejscową terapię podciśnieniową (*vacuum assisted closure*, VAC), terapię tlenem hiperbarycznym, miejscowe podawanie czynników wzrostu czy laseroterapię^(1,2,5). Podczas leczenia zarówno przyczynowego, jak i miejscowego niezwykle ważne jest monitorowanie jego postępów. W tym celu wykorzystywane są przede wszystkim skale opierające się na wizualnej, subiektywnej ocenie owrzodzeń, m.in. Leg Ulcer Measurement Tool (LUMT), Sussman Wound Healing Tool (SWHT), Wound Healing Scale (WHS) i inne⁽⁶⁾. Ocena postępu gojenia w oparciu o te skale jest jednak czasochłonna i mało obiektywna ze względu na niedoskonałość opracowanych metod monitorowania gojenia zależnych przede wszystkim od osoby oceniającej.

W ostatnich latach ultrasonografia wysokich częstotliwości stała się coraz powszechniejsza i jest szeroko stosowana w dermatologii. Wykorzystywana jest głównie do różnicowania znamion skórnych oraz monitorowania przebiegu chorób przewlekłych, np. twardziny, atopowego zapalenia skóry, łuszczycy itp.⁽⁷⁾ Pojedyncze doniesienia skupiają się na ocenie skóry w CVI, jednak nie analizują dokładnie morfologii owrzodzeń żylnych⁽⁸⁾.

Dzięki wykorzystaniu głowic ultrasonograficznych o wysokich częstotliwościach możliwa jest ocena zarówno naskórka, jak i skóry właściwej⁽⁹⁾. Umożliwia to monitorowanie

owrzodzeń w trakcie gojenia dzięki wyznaczeniu głębokości owrzodzenia, grubości ziarniny, obecności i grubości napełniającego naskórka, grubości naskórka w bezpośredniej okolicy rany oraz grubości podnaskórkowego pasma o niskiej echogeniczności (*subepidermal low-echogenic band*, SLEB). Warstwa SLEB histopatologicznie odpowiada warstwie brodawkowatej skóry właściwej. Dodatkowo dzięki zastosowaniu kolorowej ultrasonografii dopplerowskiej (*color doppler*, CD) możliwa jest ocena unaczynienia zmian. W związku z tym, że ultrasonografia wysokich częstotliwości jest coraz bardziej powszechną, nieinwazyjną oraz stosunkowo niedrogą metodą diagnostyki, wydaje się, że może być szeroko stosowana w monitorowaniu gojenia owrzodzeń.

W niniejszej pracy podjęto próbę oceny użyteczności badania ultrasonograficznego wysokich częstotliwości w monitorowaniu gojenia owrzodzeń poddawanych biostymulacyjnej laseroterapii.

Cel pracy

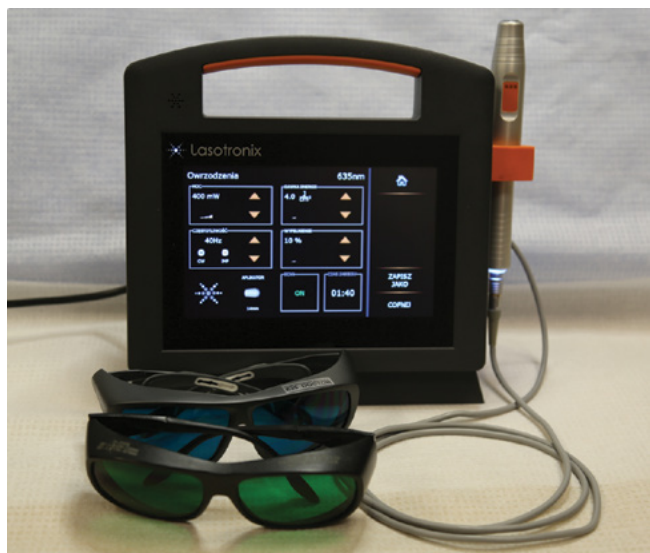
Celem pracy była ocena zastosowania ultrasonografii wysokich częstotliwości w monitorowaniu gojenia się owrzodzeń goleni poddawanych biostymulacji laserem.

Materiał i metoda

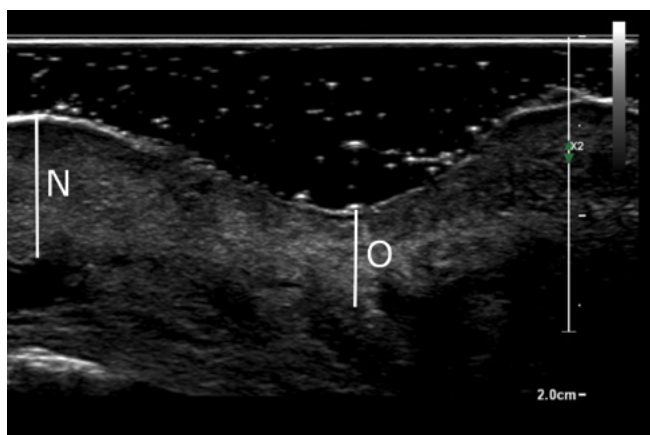
Badanie zostało przeprowadzone w okresie od 2016 do 2018 roku i objęło 8 pacjentów (4 mężczyzn i 4 kobiety) z owrzodzeniami goleni, w wieku od 46 do 81 lat (średnio 70,2 ± 11,6). Badaniu poddano 9 owrzodzeń goleni, jeden pacjent posiadał zmiany obustronne. Wszystkie owrzodzenia były owrzodzeniami żylnymi, dodatkowo dwie osoby chorowały na cukrzycę. Do badania zostali zakwalifikowani chorzy z owrzodzeniami goleni, u których pomimo przeprowadzonego skutecznego leczenia przyczynowego (likwidacja refluksu w układzie żył powierzchownych kończyn dolnych, wyrównanie poziomów glikemii) nie uzyskano progresji gojenia się owrzodzeń w ciągu 8 tygodni. Przed przystąpieniem do badania pacjenci zostali poinformowani o rodzaju przeprowadzanego badania i wyrazili świadomą zgodę na uczestnictwo w nim.

U wszystkich chorych przed rozpoczęciem laseroterapii wykonano badanie histopatologiczne brzegu owrzodzenia, wykluczając nowotwory skóry. Każdy z pacjentów miał też wykonany posiew mikrobiologiczny z powierzchni owrzodzenia, ale ze względu na brak klinicznych objawów zakażenia nie stosowano antybiotykoterapii. Chorzy ci zostali poddani terapii miejscowej za pomocą polskiego lasera biostymulacyjnego SMARTs (Lasotronix, Piaseczno, Poland) o maksymalnej mocy 400 mW i długości fali 635 nm (Ryc. 1). Zabiegi biostymulacji były przeprowadzane dwa razy w tygodniu, stosowano dawkę 400 mW przez 10 sekund na każdy 1 cm². U jednej chorej biostymulację laserową zastosowano przed wykonaniem przeszczepu skóry pośredniej grubości oraz kontynuowano ją w okresie wgapiania się przeszczepu.

U wszystkich pacjentów przed biostymulacją laserową, w jej trakcie i po niej wykonywano zdjęcia fotograficzne



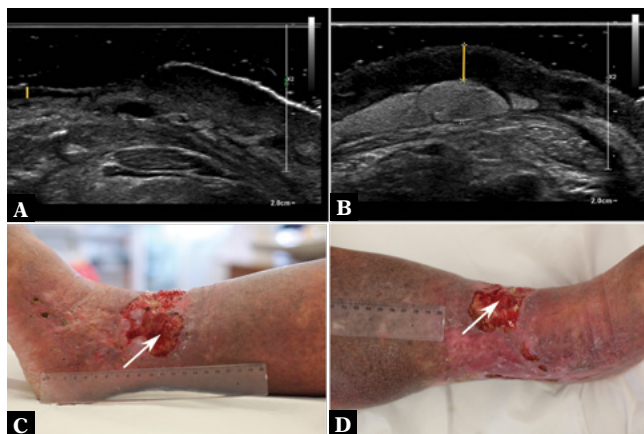
Ryc. 1. Laser biostymulacyjny SMARTs (Lasotronix, Piaseczno, Poland)



Ryc. 2. Rycina obrazująca pomiary potrzebne do wyznaczenia głębokości owrzodzenia (N – dystans między odbiciem od naskórka a powięzią głęboką; O – dystans między zewnętrzną powierzchnią podstawy owrzodzenia a powięzią głęboką)

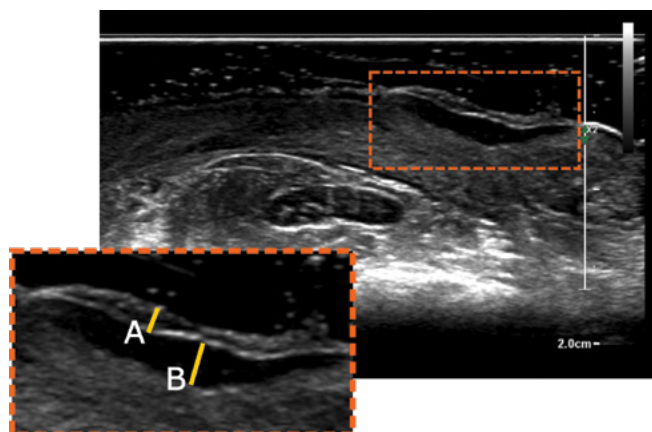
i badania ultrasonograficzne (USG) owrzodzeń. Zdjęcia fotograficzne owrzodzeń wykonano przy użyciu aparatu Canon EOS 5D Mark III przy stałych ustawieniach sprzętu i oświetlenia. Zdjęcia wykorzystano do oceny wielkości powierzchni owrzodzenia oraz porównywania zmian wizualnych ran z uzyskanymi obrazami z badania USG. Do badania USG wykorzystano ultrasonograf klasyczny Philips EPIQ 5, wyposażony w głowicę liniową, szerokopasmową L18-5. Badania USG owrzodzeń były przeprowadzone na granicy skóry zdrowej i rany. W trakcie badania wybrano miejsca z najbardziej zaawansowanym poziomem owrzodzenia i dokonano ich analizy. Wszystkie badania przeprowadzono przy stałych wartościach zasięgu regulacji wzmocnienia (ZRW) z ustawieniami aparatu tak, by obrazy ultrasonograficzne miały maksymalną rozdzielczość, ale małą penetrację, oraz z wykorzystaniem takich samych ustawień aparatu.

W zebranych materiale w badaniu USG owrzodzeń oceniono:



Ryc. 3. Przykładowy pomiar grubości ziarniny. A. Badanie USG owrzodzenia przed naświetlaniem, z pomiarem grubości ziarniny. B. Badanie USG owrzodzenia w trakcie naświetlań, z widocznym zwiększeniem ilości ziarniny i jej pomiarem. C. Zdjęcie fotograficzne przed naświetlaniem (strzałką zaznaczono ziarninę). D. Zdjęcie fotograficzne w trakcie naświetlań (strzałką zaznaczono ziarninę)

- **głębokość owrzodzenia i wyznaczono współczynnik ciężkości rany (WSI, wound severity index)** – w celu wyznaczenia głębokości owrzodzenia autorzy częściowo wykorzystali dostępny w literaturze matematyczny model gojenia się i przebudowy rany zaproponowany przez Lemo i wsp.⁽¹⁰⁾ Model ten jednak został przedstawiony dla ran o małej powierzchni, dlatego konieczna była jego modyfikacja. W związku z dużymi powierzchniami owrzodzeń ich głębokość oceniono pośrednio. Zmierzono dystans między odbiciem od naskórka a powięzią głęboką oddzielającą tkankę podskórną od warstwy mięśniowej w okolicy owrzodzenia (N) oraz między zewnętrzną powierzchnią podstawy owrzodzenia a powięzią głęboką oddzielającą tkankę podskórną od warstwy mięśniowej (O). Na tej podstawie wyznaczono głębokość owrzodzenia, stosując wzór (G): $G = N - O$. Dodatkowo, korzystając z doświadczeń Lemo i wsp., oceniono $WSI = (N - O)/N$ (Ryc. 2);
- **grubość ziarniny** mierzona w obrębie podstawy owrzodzenia. Pomiarów dokonywano od odbicia, jakie powstaje między echem od żelu a powierzchnią hipoechogenicznej ziarniny, aż do styku pomiędzy końcem hipoechogenicznej ziarniny i echem od skóry właściwej (Ryc. 3);
- **napęczniecie nowo powstałego naskórka** jako obecność lub jego brak, z pomiarem jego grubości. Grubością nowo powstałego naskórka była grubość hiperechogenicznego liniowego odbicia, jakie powstaje pod echem od żelu, na powierzchni skóry właściwej (Ryc. 4);
- **grubość naskórka i warstwy SLEB** w okolicy owrzodzenia. Grubością naskórka była grubość hiperechogenicznego liniowego odbicia, jakie powstaje pod echem od żelu, na powierzchni skóry właściwej. Grubością SLEB była grubość hipoechogenicznego pasma równoległego do powierzchni skóry i znajdującego się bezpośrednio pod naskórkiem^(8,9) (Ryc. 4);
- **poziom unaczynienie postawy owrzodzenia i okolicznych tkanek** obrazowany w badaniu CD. Poziom unaczynienia w obrębie owrzodzenia oceniono jako: 1 – niewielkie, 2 – umiarkowane, 3 – znaczne (Ryc. 5).



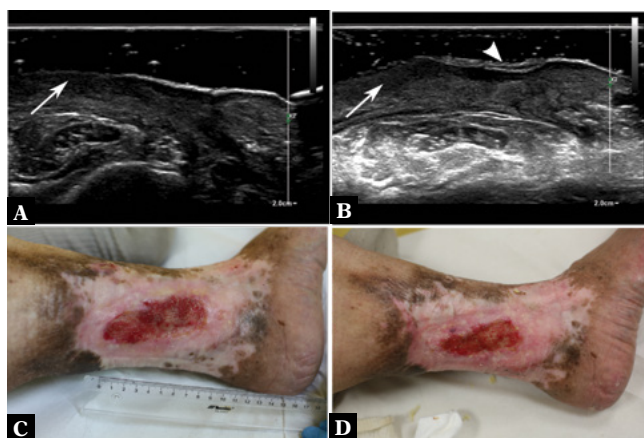
Ryc. 4. Rycina przedstawiająca pomiary grubości napęczającego naskórka i warstwy SLEB. A – grubość naskórka, B – grubość warstwy SLEB

Oceny dokonano przed rozpoczęciem leczenia za pomocą lasera biostymulacyjnego, w trakcie naświetlań i po nich. W celu minimalizacji wielkości błędu pomiarowego wszystkie pomiary wykonywane były trzykrotnie, następnie wyciągnięto z nich średnią arytmetyczną. Uzyskane dane poddano analizie.

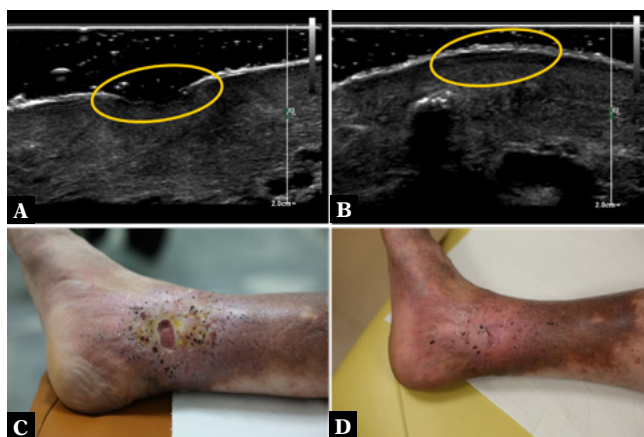
Wyniki

W badanej grupie powierzchnia owrzodzenia wynosiła od 2 do 102 cm² (średnio 24,1 ± 31,9), czas trwania – od 7 do 360 miesięcy (średnio 92,6 ± 117,2). Zupełne wygojenie owrzodzenia uzyskano u 6 chorych (7 owrzodzeń), a u 2 kolejnych chorych – zmniejszenie powierzchni o ponad 30 i 40%. Opis owrzodzeń przedstawiono w Tab. 1.

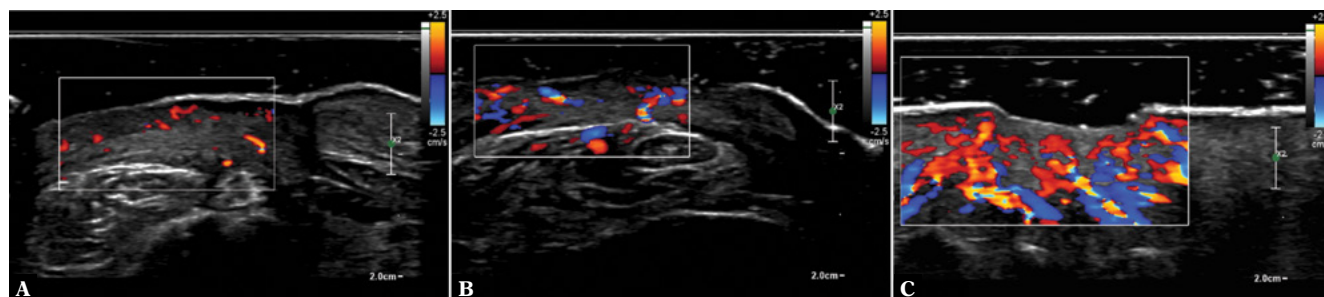
W trakcie zabiegów laseroterapii głębokość wszystkich owrzodzeń zmniejszyła się – przed laseroterapią mieściła się w granicach od -1,33 do 4,53 mm, w trakcie zabiegów – od -1,33 do 3,07 mm. U 8 osób zmniejszył się również współczynnik ciężkości rany (WSI), natomiast u osoby z przerostem owrzodzenia powyżej powierzchni otaczającej jej skóry przerost ten się zmniejszył (Tab. 2). Na Ryc. 6 i Ryc. 7 przedstawiono przykładowe owrzodzenia i ich obraz ultrasonograficzny przed naświetlaniem i po nim. Maksymalna głębokość ziarniny przed naświetlaniem wynosiła od 0,9 do 6,13 mm (średnio 2,66 mm ± 1,41 mm), w trakcie naświetlań – 2,03–4,17 mm (średnio 2,97 mm ± 0,7 mm) (Tab. 2).



Ryc. 6. Przykładowe owrzodzenie u 81-letniej pacjentki przed naświetlaniem i po nim, u której uzyskano redukcję wielkości owrzodzenia powyżej 30%. A. badanie USG owrzodzenia przed naświetlaniem [nie uwidoczniło napęczającego naskórka, widoczna jest natomiast ziarnina (strzałka)]. B. Badanie USG owrzodzenia po naświetlaniu [uwidoczniło ziarninę (strzałka) oraz napęczający naskórek (grot strzałki)]. C. Zdjęcie fotograficzne przed naświetlaniem. D. Zdjęcie fotograficzne po naświetlaniu



Ryc. 7. Przykładowe owrzodzenie u 46-letniego pacjenta przed naświetlaniem i po nim, u którego uzyskano wygojenie owrzodzenia. A. Badanie USG owrzodzenia przed naświetlaniem, w którym widoczny jest ubytek naskórka oraz częściowy ubytek skóry właściwej (elipsa). B. Badanie USG owrzodzenia po naświetlaniu, z widocznym odbudowanym naskórkiem i skórą właściwą w miejscu poprzednio występującego owrzodzenia (elipsa). C. Zdjęcie fotograficzne przed naświetlaniem. D. Zdjęcie fotograficzne po naświetlaniu



Ryc. 5. Poziom unaczynienia owrzodzeń. A. Niewielkie. B. Umiarkowane. C. Znaczne

Tab. 1. Opis owrzodzeń wraz z czasem trwania laseroterapii

Lp.	Płeć	Wiek	Strona	Etiologia owrzodzenia	Czas trwania [miesiące]	Powierzchnia owrzodzenia [cm ²]	Czas trwania zabiegów laseroterapii [tygodnie]	Status owrzodzenia po leczeniu
1	M	78	P	CVI	120	6	12	wygojone
2	M	71	P	CVI	15	7	4	wygojone
3	K	77	P	CVI	96	102	6	wygojone po przeszczepie
4	K	75	P	CVI	360	11	5	redukcja o 40%
5	K	81	P	CVI/DM	180	24	7,5	redukcja o 30%
6	M	60	P	CVI/DM	7	12	24	wygojone
7	M	60	L	CVI/DM	8	45	14	wygojone
8	K	74	P	CVI	30	8	15,5	wygojone
9	M	46	P	CVI	18	2	19	wygojone

CVI (chronic venous insufficiency) – owrzodzenie żylne; DM (diabetes mellitus) – cukrzyca

Tab. 2. Dane na temat głębokości owrzodzenia i wielkości ziarniny przed leczeniem i w jego trakcie

Lp.	Czas laseroterapii [tygodnie]	Głębokość owrzodzenia [mm]	WSI	Grubość ziarniny [mm]	Czas badania od rozpoczęcia laseroterapii [tygodnie]	Głębokość owrzodzenia [mm]	WSI	Grubość ziarniny [mm]
		Przed biostymulacją				W trakcie biostymulacji		
1	12	4,53	0,54	1,43	8	3,07	0,39	2,9
2	4	1,03	0,23	2,5	*	*	*	*
3	6	3,43	0,53	0,9	2	1,93	0,32	2,03
4	5	2,67	0,38	2,57	2	1,73	0,31	2,6
5	7,5	2,1	0,22	2	2	1,57	0,19	2,57
6	24	3,63	0,28	2,27	3	3,5	0,28	2,3
7	14	2,37	0,25	2,7	3	-1,33	-0,18	3,83
8	15,5	-1,33	-0,23	3,4	10	-1,07	-0,12	3,3
9	19	2,9	0,21	6,13	2	1,4	0,11	4,17

* Owrzodzenie zostało wyleczone przed badaniem kontrolnym; wartości ujemne odpowiadają wypukłym owrzodzeniom

Tab. 3. Dane na temat grubości naskórka i warstwy SLEB przed leczeniem i w jego trakcie

Lp.	Grubość napęczającego naskórka [mm]	Grubość naskórka w okolicy owrzodzenia [mm]	SLEB [mm]	Unaczynienie	Czas badania od rozpoczęcia laseroterapii [tygodnie]	Grubość napęczającego naskórka [mm]	Grubość naskórka w okolicy owrzodzenia [mm]	SLEB [mm]	Unaczynienie
1	**	0,47	1,13	3	8	1	0,47	0,67	3
2	0,90	0,43	0,7	3	*	*	*	*	*
3	**	0,77	1,03	1	2	1,1	0,43	0,53	2
4	1,00	0,5	1,1	1	2	1,6	0,57	1,43	2
5	**	0,47	0,9	3	2	0,7	0,37	0,7	2
6	1,00	0,43	0,13	2	3	1,1	0,47	0,13	2
7	0,50	0,5	0,67	2	3	1	0,33	0,23	2
8	1,20	0,53	0,83	3	10	1,3	0,4	0,37	3
9	**	0,4	0,53	3	2	0,8	0,47	0,57	3

* Owrzodzenie uległo wyleczeniu przed badaniem kontrolnym. ** Brak nowo powstałego naskórka

Badanie USG owrzodzeń pozwoliło również ocenić grubość naskórka w okolicy rany, zaobserwować nowo powstały naskórek i wyznaczyć jego grubość. Proces naskórkowania był widoczny w 5/9 owrzodzeń przed naświetlaniem, w trakcie naświetlań zaobserwowano go we wszystkich ranach. Średnia grubość nowo powstałego naskórka wynosiła $0,92 \text{ mm} \pm 0,23 \text{ mm}$ i $1,09 \text{ mm} \pm 0,26 \text{ mm}$, odpowiednio przed naświetlaniem i w ich trakcie. Natomiast grubość okolicznego naskórka nie różniła się znacząco w obydwu grupach. Wyznaczono maksymalne wartości SLEB w bezpośredniej okolicy rany, u większości osób (7/9) zaobserwowano zmniejszenie ich

wartości: $0,13\text{--}1,13 \text{ mm}$ (średnio $0,78 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$) i $0,13\text{--}1,43 \text{ mm}$ (średnio $0,57 \text{ mm} \pm 0,37 \text{ mm}$), odpowiednio przed naświetlaniem i w ich trakcie. Nie zaobserwowano zależności w obrębie unaczynienia przed laseroterapią, w jej trakcie i po niej (Tab. 3).

Po zakończonej biostymulacji laserowej w przypadku 7 na 9 owrzodzeń uzyskano całkowite wyleczenie, natomiast u 2 pacjentów – redukcję wielkości owrzodzenia o 30% i 40%. Po zakończonej laseroterapii ocena większości przedstawionych wyżej parametrów była celowa jedynie u 2 pacjentek, u których nie uzyskano

całkowitego wygojenia. U tych pacjentek utrzymał się trend obserwowany w poprzednim badaniu kontrolnym: zmniejszyła się głębokość rany i wskaźnik WSI, grubość ziarniny była nieco większa w stosunku do uzyskanej w poprzednim badaniu i u poszczególnych pacjentek wynosiła: 2,83 mm i 2,65 mm (poprzednio odpowiednio: 2,6 mm i 2,57 mm). U obu pacjentek zaobserwowano proces naskórkowania, grubość nowo powstałego naskórka wynosiła odpowiednio 1,3 mm oraz 0,8 mm (poprzednio 1,6 mm i 0,7 mm). Grubość okolicznego naskórka i warstwy SLEB była podobna jak w poprzednim badaniu kontrolnym. U pozostałych pacjentów, u których uzyskano całkowite wyleczenie, nie obserwowano procesu ziarninowania, naskórkowania oraz ubytków w naskórku i skórze właściwej. W miejscu wygojonego owrzodzenia widoczne było pogrubienie naskórka (średnio $0,95 \text{ mm} \pm 0,17 \text{ mm}$), natomiast grubość warstwy SLEB była porównywalna do wartości w trakcie naświetlań (średnio $0,57 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$).

Dyskusja

Owrzodzenia goleni są trudnym problemem klinicznym dotyczącym najczęściej osób w podeszłym wieku^(1,11). Obecnie brakuje dostępnych metod pozwalających precyzyjnie i obiektywnie ocenić gojenie się rozległych ran. Najczęściej do monitorowania tego procesu wykorzystywane są zdjęcia fotograficzne, podejmowane są również próby oceny za pomocą modeli przestrzennych 3D⁽¹²⁾. Metody te nie umożliwiają jednak oceny struktur wewnętrznych, tj. skóry i tkanki podskórnej, oraz zachodzących w nich zmian. Autorzy niniejszej pracy podjęli próbę ultrasonograficznej oceny owrzodzeń u pacjentów z CVI. W dostępnej literaturze znaleźli niewielką liczbę prac o zbliżonej tematyce.

Histologicznie owrzodzenie opisywane jest jako ubytek naskórka i części skóry właściwej, który rzadko rozciąga się na tkankę podskórną⁽¹³⁾. Przeprowadzone badanie USG pozwoliło ocenić te warstwy i nieinwazyjnie zobrazować wyżej opisany ubytek tkanek. Umożliwiło też ilościową ocenę głębokości owrzodzenia przed gojeniem i w jego trakcie oraz wykazało przydatność biostymulacji laserowej w zmniejszeniu tej głębokości.

Typowym obrazem gojenia ran przewlekłych i owrzodzeń jest gojenie przez ziarninowanie z powolnym zbliżaniem się brzegów rany i stopniowym napętlaniem nowo powstałego naskórka^(6,14). W trakcie badania autorzy pracy podjęli próbę oceny tych dwóch procesów. Poziom ziarniny okazał się stosunkowo łatwym parametrem do kontrolowania, ponieważ w porównaniu z otaczającą go skórą właściwą charakteryzował się niższą echogenicznością oraz był dobrze od niej odgraniczony⁽¹⁵⁾. W niektórych przypadkach problemem był wybór miejsca pomiaru wielkości ziarniny wynikający z dużej powierzchni owrzodzenia oraz nierówności w ilości nowo powstającej ziarniny. W związku z tym konieczny był kilkukrotny pomiar tej wielkości i uśrednienie wyników. Stosunkowo łatwo dało się również zauważyć nowo powstały naskórek.

Charakteryzował się on niejednorodnym odbiciem hiperchogenicznego echa i był znacznie grubszy od naskórka w bezpośredniej okolicy rany. Potwierdzenie tego wyglądu można znaleźć w opisach histopatologicznych⁽¹⁶⁾. Według doświadczeń autorów badanie USG nie jest dobrym narzędziem w ocenie jego ilości. Wynika to przede wszystkim z nierównego jego napętlania i dużej powierzchni owrzodzenia. Ocena tego procesu może być natomiast precyzyjna przy zastosowaniu innych technik obrazowania, np. mikroskopu konfokalnego⁽¹⁷⁾. Badanie ultrasonograficzne może być natomiast przydatne do potwierdzenia rozpoczęcia procesu naskórkowania, którego ocena jest niemożliwa wizualnie. W przeprowadzonych badaniach wykazano pozytywny efekt biostymulacji laserowej zarówno na ilość nowo powstałej ziarniny, jak i nowo wytworzonego naskórka w miejscu owrzodzenia. Wyniki te są zgodne z wnioskami sformułowanymi przez Solmaz i wsp. dotyczącymi wpływu biostymulacji laserowej na szybkość gojenia się ran⁽¹⁸⁾.

Kolejnym ciekawym parametrem oceny okazała się grubość warstwy SLEB. Według danych literaturowych jest ona parametrem zmiennym i zależy między innymi od wieku pacjenta oraz jego narażenia na promieniowanie UV, przez co może być markerem odzwierciedlającym proces starzenia się skóry⁽¹⁹⁾. Niektórzy autorzy zwracają uwagę na to, że grubość warstwy SLEB odzwierciedla nie tylko zmiany strukturalne, ale może być też parametrem oceny poziomu zatrzymywania wody w warstwie brodawkowatej skóry^(19,20). W zebranych materiale autorzy niniejszej pracy zaobserwowali znaczne pogrubienie warstwy SLEB przed leczeniem i zmniejszanie się jej grubości w trakcie laseroterapii, co jak sądzą może mieć związek ze zmniejszaniem się obrzęku warstw brodawkowatej skóry podczas stosowanego leczenia. Jednak w celu potwierdzenia przedstawionej tezy potrzebne jest dalsze prowadzenie badań w tym zakresie.

Zaskakujące jest też to, że parametrem, który nie był istotny w badaniach nad wpływem laseroterapii na proces gojenia, jest poziom unaczynienia. Może to wynikać z małej próby pacjentów objętych badaniem, celowe jest więc prowadzenie dalszych badań w tej tematyce.

Wnioski

Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że ultrasonografia wysokich częstotliwości jest przydatną techniką w obrazowaniu owrzodzeń kończyn dolnych. Pozwala monitorować proces ich gojenia pod wpływem biostymulacji laserowej. W związku z brakiem publikacji dotyczących tej tematyki wskazane jest prowadzenie dalszych badań w tym zakresie.

Konflikt interesów

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

Piśmiennictwo

1. Woźniak W: Nowoczesne metody miejscowego leczenia owrzodzeń gołeni. *Aesthetica* 2016; 17: 76–82.
2. Agale SV: Chronic leg ulcers: epidemiology, aetiopathogenesis, and management. *Ulcers* 2013; 2013. Doi: 10.1155/2013/413604.
3. Maksimović Ž, Maksimović M: Local metabolic, pathophysiological and histological changes in venous ulcers. *Phlebology* 2007; 22: 110–115. Doi: 10.1258/026835507780807211.
4. Körber A, Klode J, Al-Benna S, Wax C, Schadendorf D, Steinstraesser L *et al.*: Etiology of chronic leg ulcers in 31,619 patients in Germany analyzed by an expert survey. *J Dtsch Dermatol Ges* 2011; 9: 116–121. Doi: 10.1111/j.1610-0387.2010.07535.x.
5. Nelson EA: Venous leg ulcers. *BMJ Clin Evid* 2011; 2011: 1902.
6. Gupta A, Kumar P: Assessment of the histological state of the healing wound. *Plast Aesthet Res* 2015; 2: 239–242. Doi: 10.4103/2347-9264.158862.
7. Bhatta AK, Keyal U, Liu Y: Application of high frequency ultrasound in dermatology. *Discov Med* 2018; 26: 237–242.
8. Caggiati A: Ultrasonography of skin changes in legs with chronic venous disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2016; 52: 534–542. Doi: 10.1016/j.ejvs.2016.03.022.
9. Młosek RK: Ultrasonograficzny obraz skóry zdrowej. *Ultrasonografia* 2011; 47: 63–66.
10. Lemo N, Marignac G, Reyes-Gomez E, Lilin T, Crosaz O, Ehrenfest DD: Cutaneous reepithelialization and wound contraction after skin biopsies in rabbits: a mathematical model for healing and remodelling index. *Vet Arhiv* 2010; 80: 637–652.
11. Todd M: Assessment and management of older people with venous leg ulcers. *Nurs Older People* 2020; 32. Doi: 10.7748/nop.2018.e1004.
12. Malone M, Schwarzer S, Walsh A, Xuan W, Al Gannass A, Dickson HG *et al.*: Monitoring wound progression to healing in diabetic foot ulcers using three-dimensional wound imaging. *J Diabetes Complications* 2020; 34: 107471. Doi: 10.1016/j.jdiacomp.2019.107471.
13. Misciali C, Dika E, Baraldi C, Fanti PA, Mirelli M, Stella A *et al.*: Vascular leg ulcers: histopathologic study of 293 patients. *Am J Dermatopathol* 2014; 36: 977–983. Doi: 10.1097/DAD.0000000000000141.
14. Han G, Ceilley R: Chronic wound healing: a review of current management and treatments. *Adv Ther* 2017; 34: 599–610. Doi: 10.1007/s12325-017-0478-y.
15. Dyson M, Moodley S, Verjee L, Verling W, Weinman J, Wilson P: Wound healing assessment using 20 MHz ultrasound and photography. *Skin Res Technol* 2003; 9: 116–121. Doi: 10.1034/j.1600-0846.2003.00020.x.
16. Tamariz E, Marsch-Moreno M, Castro-Muñozledo F, Tsutsumi V, Kuri-Harcuch W: Frozen cultured sheets of human epidermal keratinocytes enhance healing of full-thickness wounds in mice. *Cell Tissue Res* 1999; 296: 575–585.
17. Bechtel C, Knobbe J, Grüger H, Lakner H: Confocal fluorescence microscope for clinical dermatologic applications. *Proc SPIE 8167, Optical Design and Engineering IV, 81670S* (13 October 2011); <https://doi.org/10.1117/12.896581>
18. Solmaz H, Gülsoy M, Ülgen Y: 635nm diode laser biostimulation on cutaneous wounds. *Proc. SPIE 9129, Biophotonics: Photonic Solutions for Better Health Care IV, 91292S* (8 May 2014); doi:10.1117/12.2051861.
19. Migda B, Młosek RK, Słapa R: Ultrasonografia klasyczna i wysokich częstotliwości w diagnostyce chorób i patologii skóry. *Ultrasonogr* 2011; 11: 67–73.
20. El-Zawahry MBM, El-Hameed El-CheweikhHMA, Abd-El-Rahman Ramadan S, Bassiouny DA, Fawzy MM: Ultrasound biomicroscopy in the diagnosis of skin diseases. *Eur J Dermatol* 2007; 17: 469–475.