lek. Artur Markowski, specj. dermatolog
PCME MED w Toruniu

Laseroterapia niskoenergetyczna (Low-Level Laser Therapy) jako metoda nieinwazyjnego modelowania sylwetki

Low-Level Laser Therapy as a method of non-invasive body contouring

Słowa kluczowe

laseroterapia niskoenergetyczna, adipocyty, zmniejszanie obwodów, modelowanie sylwetki

Streszczenie

Laseroterapia niskoenergetyczna (*Low-level Laser Therapy* – LLLT) nie powoduje niszczenia adipocytów, lecz ewakuację tłuszczu z wnętrza

Key words

low-level laser therapy, adipocytes, circumference reduction, body shaping

Abstract

Low Level Laser Therapy (LLLT) does not destroy adipocytes, but fat evacuation from the inside of the cells to the intercellular space.

komórek do przestrzeni międzykomórkowej. Początkowo wykorzystywano ją jako metodę uzupełniającą zabiegi lipoplastyki. Następnie rozpoczęto badania kliniczne nad zastosowaniem fali 532 nm w miejscowej terapii otyłości. Na podstawie uzyskanych wyników amerykańska FDA dopuściła LLLT jako nieinwazyjny zabieg estetyczny przeznaczony do zmniejszania obwodu bioder, talii i górnej części brzucha.
Autor artykułu przedstawia własne kilkuletnie doświadczenia w stosowaniu LLLT w celu redukcji obwodów brzucha, bioder i ud oraz cellulitu. Wykonał zabiegi u 96 pacjentów (80 kobiet w wieku 35–68 lat i 16 mężczyzn w wieku 45-70 lat). Efekty były oceniane na podstawie dokumentacji fotograficznej oraz badania objętości poszczególnych obszarów ciała i potwierdziły skuteczność ww. urządzeń jako narzędzia do modelowania sylwetki. Nie obserwowano żadnych działań niepożądanych.

Wprowadzenie

Jednym z głównych problemów współczesnego świata jest gwałtowny wzrost liczby pacjentów z chorobami metabolicznymi, u podstaw których często leży otyłość. Zwiększa się też liczba osób, szczególnie kobiet, traktujących tkankę tłuszczową jako „wroga", którego chciałyby usunąć.

Wiele osób decyduje się na zabiegi mające na celu eliminację komórek tłuszczowych, takie jak liposukcja, kriolipoliza, lipoliza chemiczna itp. Natomiast badania kliniczne z okresu ostatnich lat, dotyczące funkcjonowania komórek tłuszczowych, pokazują, że stosowanie ww. metod w dalszej perspektywie czasowej nie jest skuteczne, a nawet może przynieść efekt przeciwny do zamierzonego. Dostępne dane pokazują, że po zabiegach polegających na niszczeniu komórek tłuszczowych w ciągu pierwszego roku ulegają one regeneracji lub powiększeniu w innych rejonach ciała (ramiona, plecy). Pod koniec XX w. opracowano metodę mającą na celu zmniejszanie obwodu ciała w sposób

Initially, this method was used as a supplement to lipoplastic procedures.
Clinical trials have commenced on the use of the 532 nm wave in the local treatment of obesity. On the basis of the obtained results, the American FDA approved LLLT as a non-invasive aesthetic procedure intended to reduce the circumference of the hips, waist and upper abdomen.
The author of the article presents his own several years of experience in the use of LLLT to reduce the circumference of the abdomen, hips and thighs and to treat cellulite.
He performed procedures on 96 patients (80 women aged 35–68 years and 16 men aged 45–70 years).
The effects were assessed on the basis of photographic documentation and the study of the volume of individual areas of the body, and confirmed the effectiveness of the above-mentioned devices in body shaping. No side effects were observed.

Introduction

One of the major problems of the modern world is the rapid increase in the number of patients suffering from metabolic diseases, which are often based on obesity. There is also an increasing number of people, especially women, treating adipose tissue as an "enemy" they would like to remove. Many people choose treatments to eliminate fat cells, such as liposuction, cryolipolysis, chemical lipolysis, etc. On the other hand, clinical studies from the last few years regarding the functioning of fat cells show that the use of the above-mentioned methods in the long term is not effective and may even be counterproductive. The available

nieinwazyjny, jest nią laseroterapia niskoenergetyczna (*Low-Level Laser Therapy* – LLLT) .

Mechanizm działania LLLT

Pozytywny wpływ LLLT na komórki naszego organizmu znany jest od kilkudziesięciu lat. Główny, opisywany mechanizm działania polega na aktywacji metabolizmu komórkowego dwiema drogami: poprzez stymulację łańcucha oddechowego (główna droga) oraz poprzez wpływ na sygnalizację komórkową. Pojedynczy foton może wywołać reakcję w jednej komórce, co powoduje emisję kilku fotonów, które następnie wywołują emisję w innych komórkach – w ten sposób powstaje efekt rozprzestrzenia się reakcji; są to tzw. wysokiej szybkości procesy łańcuchów rozgałęzionych. Aktywacja kaskady reakcji energetycznych jest powiązana ze zjawiskiem pochłaniania fotonów światła zielonego, czerwonego i bliskiej podczerwieni przez fotoreceptory w mitochondriach komórkowych, w szczególności przez oksydazę cytochromu C [1]. W kolejnych fazach następują: wzrost potencjału błony mitochondrialnej, zwiększenie zużycia tlenu [2] oraz ilości adenozynotrójfosforanu (ATP) [3], przejściowy wzrost reaktywnych form tlenu (ROS) [4] oraz uwolnienie tlenku azotu (NO) [1,2].

Neira i wsp. zobrazowali działanie LLLT za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej w badaniu *in vitro*; badacze obserwowali powstanie przejściowego mikroporu w błonie adipocytu, przez który tłuszcz wydostawał się z wnętrza komórki na zewnątrz, do przestrzeni międzykomórkowej [5]. Jednym z możliwych wyjaśnień tego zjawiska może być podwyższony poziom ROS po zastosowaniu LLLT, co uruchamia proces peroksydacji lipidów, w trakcie którego ROS reagują z lipidami obecnymi w błonach komórkowych, powodując ich tymczasowe uszkodzenia poprzez tworzenie ww. porów [3].

LLLT nie niszczy adipocytów, natomiast mobilizuje tłuszcz wewnątrz komórki i „zmusza" go do wydostania się na zewnątrz – komórka pozostaje żywa i znajduje się w fizjologicznym stanie metabolicznym.

data show that after treatments involving the destruction of fat cells in the first year, they regenerate or enlarge in other parts of the body (arms, back). At the end of the 20th century, a method aimed at reducing the circumference of the body in a non-invasive manner was developed, i.e. Low-Level Laser Therapy (LLLT).

Mechanism of LLLT

The positive effect of LLLT on the cells of our body has been known for several decades. The main mechanism of action is the activation of cellular metabolism in two ways: by stimulating the respiratory chain (main pathway) and by influencing cell signaling. A single photon can cause a reaction in one cell, which will emit several photons. These photons then trigger emissions in other cells, resulting in a spreading reaction – these are the so-called highspeed branched chain processes. The activation of the cascade of energy reactions is related to the absorption of photons of green, red and near infrared light by photoreceptors in cellular mitochondria, in particular by cytochrome C oxidase [1]. The subsequent phases are: an increase in the potential of the mitochondrial membrane, an increase in oxygen consumption [2] and the amount of adenosine triphosphate (ATP) [3], a temporary increase in reactive oxygen species (ROS) [4] and the release of nitric oxide (NO) [1,2].

Neira et al. imaged the effect of LLLT by scanning electron microscopy in an *in vitro* study: researchers observed the formation of a transitional micropore in the adiocyte membrane through which fat was released from the inside of the cell to the extracellular space [5]. One possible explanation could be the increased level of ROS following LLLT application, which triggers the lipid peroxidation process, during which ROS reacts with lipids present in cell membranes, causing temporary membrane damage by forming said pores [3].

LLLT does not destroy the adipocyte while it mobilizes fat inside the cell and "forces" it to go outside – the cell remains alive and in a physiological metabolic state.

Zastosowanie LLLT w redukcji tkanki tłuszczowej

Początkowo LLLT wykorzystywano jako metodę uzupełniającą zabiegi lipoplastyki, poprawiającą płynność ekstrakcji podczas liposukcji oraz zmniejszającą ból pooperacyjny [6,7]. Wyniki kilku wieloośrodkowych, randomizowanych, kontrolowanych, podwójnie zaślepionych badań pozwoliły uznać LLLT za skuteczną terapię stosowaną w celu zmniejszania obwodu talii, bioder, ud i ramion [6,8,9].

Neira R. i wsp. przedstawili swoje obserwacje po zastosowaniu na powierzchni skóry urządzenia o mocy 10 mW, emitującego światło o długości 635 nm przed liposukcją w celu emulsyfikacji tłuszczu i zmiękczenia tego obszaru przed aspiracją; badanie przeprowadzono u 250 pacjentów [8].

Następnie przeprowadzono kontrolowane grupą placebo, randomizowane, podwójnie zaślepione, wieloośrodkowe badanie kliniczne w grupie 700 uczestników, które oceniało użyteczność kliniczną LLLT jako uzupełnienia liposukcji [10]. Wyniki uzyskane przez Neira i wsp. sugerowały, że laseroterapia niskoenergetyczna skracała czas zabiegu, zwiększała ilość usuwanego tłuszczu przy jednoczesnym zmniejszeniu siły potrzebnej do rozbicia tłuszczu, a także skracała czas rekonwalescencji pacjentów i poprawiała jej wyniki [10].

Obserwacje te potwierdziło badanie z roku 2004 [11].

Terapia z wykorzystaniem fali 532 nm

Kilkanaście lat temu rozpoczęto badania kliniczne nad zastosowaniem krótszej fali 532 nm w miejscowej terapii otyłości. Celem było zwiększenie skuteczności zabiegów redukujących objętość tkanki tłuszczowej poprzez zwiększenie ilości usuwanej tkanki i skrócenie czasu zabiegów. Badania te skupiały się na ocenie skuteczności metody w zmniejszaniu obwodu bioder, ud i brzucha u osób otyłych,

The use of LLLT in the reduction of adipose tissue

Initially, LLLT was used as a method complementing lipoplasty procedures, improving the fluidity of extraction during liposuction and reducing postoperative pain [6,7]. The results of several multicentre, randomized, controlled, double-blind studies allowed LLLT to be considered an effective therapy used to reduce the circumference of the waist, hips, thighs and arms [6,8,9].

Neira R. et al. reported their observations after using a 10 mW device emitting 635 nm light, on the skin surface prior to liposuction to emulsify the fat and soften this area prior to aspiration – the study was conducted in 250 patients [8].

Then, a placebo-controlled, randomized, double-blind, multicentre clinical trial was conducted in a group of 700 participants, which assessed the clinical usefulness of LLLT as an adjunct to liposuction [10]. The results obtained by Neira et al., suggest that low-energy laser therapy shortened the procedure time, increased the amount of fat removed while reducing the force needed to break down fat, and also shortened the recovery time of patients and improved its results [10].

These observations were confirmed by a 2004 study [11].

532 nm wave therapy

Several years ago, clinical trials were started on the use of the shorter, 532 nm, wavelength in the local treatment of obesity. The aim was to increase the effectiveness of treatments reducing the volume of adipose tissue by increasing the amount of tissue removed and shortening the treatment time. These studies focused on the assessment of the effectiveness of the method in reducing the circumference of the hips, thighs and abdomen in obese people with a BMI in the range of 30–40 kg/m^2.

In a randomized, double-blind, placebo-controlled study, 28 obese subjects (no other dis-

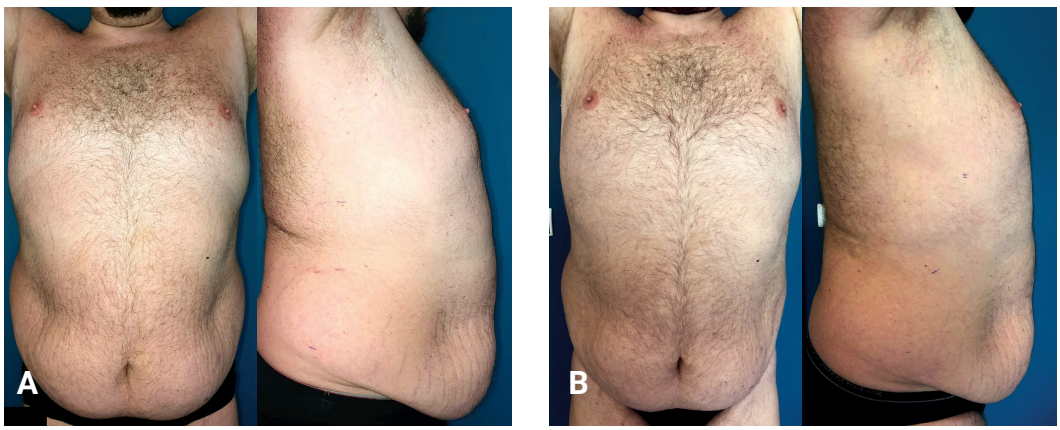
o BMI w zakresie 30–40 kg/m^2.

W randomizowanym, podwójnie zaślepionym, kontrolowanym placebo badaniu 28 osób otyłych (które nie cierpiały na żadne inne choroby) podzielono losowo na dwie grupy: jedna przechodząca 30-minutowy zabieg LLLT trzy razy w tygodniu przez cztery tygodnie, druga – poddawana zabiegom symulowanym [12]. W badaniu zastosowano laser emitujący falę o długości 532 nm, z diodami 10 x 17 mW. Po czterech tygodniach 20 pacjentów poddawanych zabiegom LLLT (71,43%) osiągnęło zmniejszenie połączonych wymiarów o 7,2 cm w porównaniu z trojgiem pacjentów poddawanych zabiegom symulowanym. Średnie całkowite zmniejszenie wymiarów dwa tygodnie po zabiegach wyniosło 15,21 cm. Nie stwierdzono działań niepożądanych [12].

Na podstawie tych wyników amerykańska

ease) were randomized into two groups: the first was subjected to 30-minute LLLT treatments three times a week for four weeks; the second was subjected to simulated treatments [12]. The study used a laser emitting a wavelength of 532 nm, with 10 x 17 mW LEDs. After four weeks, 20 patients undergoing LLLT procedures (71.43%) achieved a reduction of the combined dimensions of 7.2 cm compared with three patients undergoing simulated procedures. The mean total reduction in dimensions two weeks after the procedures was 15.21 cm. There were no adverse effects [12].

Based on these results, the US FDA approved LLLT as a non-invasive aesthetic procedure intended to reduce the circumference of the hips, waist and upper abdomen in people with a BMI ranging from 30 to 40 kg/m^2 [13].



Ryc. 1. Mężczyzna, lat 48, BMI 42,8. Zabiegi w okolicy brzucha: a) przed zabiegami, b) po serii zabiegów. Częstotliwość: 12 zabiegów (VERJU), raz w tygodniu, plus platforma wibracyjna

Fig. 1. Patient, 48-years-old, BMI 42.8. Treatments in the abdominal area. Frequency: 12 procedures (VERJU), once a week and a vibration platform

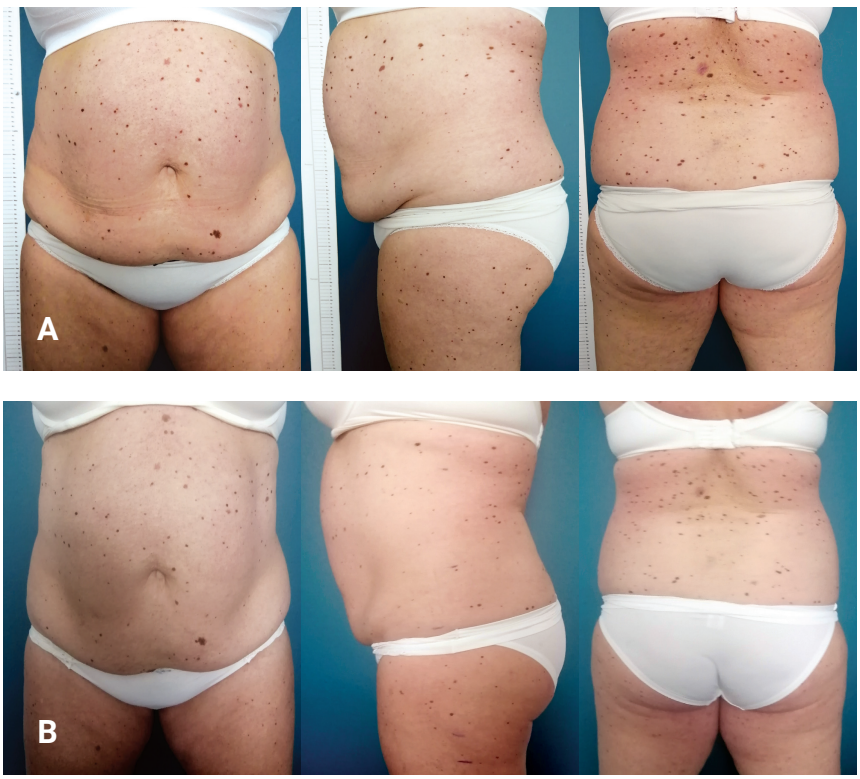
POMIARY / Measurement

	1. zabieg / procedure	7. zabieg / procedure	12. zabieg / procedure	Różnica / Difference
Waga / Body's weight	166 kg	163,7 kg	159,7 kg	- 6,3 kg
Pomiar na wys. ostatniego żebra Measurement at the height of the last rib	136 cm	131 cm	130 cm	- 6 cm
Pomiar na wys. pępka Measurement at the height of the navel	132 cm	130 cm	126 cm	- 6 cm
Pomiar na wys. spojenia łonowego Measurement at the height of the pubic symphysis	144 cm	136 cm	136 cm	- 8 cm

FDA dopuściła LLLT (urządzenie Emerald) jako nieinwazyjny zabieg estetyczny przeznaczony do zmniejszania obwodu bioder, talii i górnej części brzucha u osób o BMI w zakresie od 30 do 40 kg/m^2 [13].

Autorzy cytowanego badania postawili dodatkowo hipotezę, że tłuszcz uwolniony po zabiegu LLLT może pojawić się w krwiobiegu

The authors of the above-mentioned research has additionally hypothesized that the fat released after LLLT may appear in the bloodstream and have a negative impact on the patient's lipid profile. The hypothesis was not confirmed in later studies. A non-randomized, non-placebo controlled pilot study showed that serum cholesterol and leptin levels decreased after the use



Ryc. 2. Kobieta, lat 60, BMI 29,4. Zabiegi w okolicy brzucha: a) przed zabiegami, b) po serii zabiegów. Częstotliwość: 6 zabiegów (VERJU), raz w tygodniu, plus 10 min platforma wibracyjna

Fig. 2. Female patient, 60-years-old, BMI 29.4. Treatments in the abdominal area. Frequency: 6 procedures (VERJU), once a week and a 10 min vibration platform

POMIARY / Measurement

	1. zabieg / procedure	7. zabieg / procedure	Różnica / Difference
Waga / Body's weight	81,7 kg	78,2 kg	- 2,5 kg
Pomiar na wys. ostatniego żebra Measurement at the height of the last rib	100 cm	97 cm	- 3 cm
Pomiar na wys. pępka Measurement at the height of the navel	107 cm	104 cm	- 3 cm
Pomiar na wys. bioder Measurement at hip level	110,5 cm	106 cm	- 3,5 cm
Pomiar uda Thigh circumference	65 cm	63 cm	- 2 cm

i mieć negatywny wpływ na profil lipidowy pacjenta. Hipoteza nie znalazła potwierdzenia w późniejszych badaniach. Nierandomizowane, niekontrolowane grupą placebo badanie pilotażowe pokazało, że po zastosowaniu LLLT wystąpił spadek stężenia cholesterolu i leptyny w surowicy krwi [14]. Obserwacja ta została potwierdzona w innych badaniach, które wykazały podobny wpływ na profil lipidowy pacjentów po zabiegach LLLT z zastosowaniem różnych urządzeń laserowych [15].

Kliniczną implikacją tych obserwacji jest możliwość upewnienia pacjentów, że terapia nie wywoła u nich działań niepożądanych związanych ze wzrostem poziomu cholesterolu i trójglicerydów, a wyniki wskazują, że po zabiegu następuje rzeczywisty spadek stężeń.

Bardzo ważnym elementem terapii jest odpowiednia kwalifikacja pacjenta oraz poinformo-

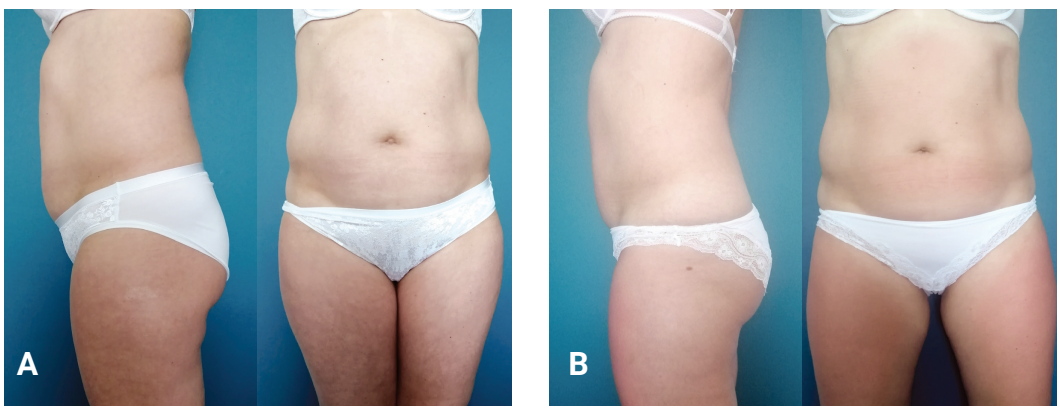
of LLLT [14]. This observation was confirmed in other studies which showed a similar effect on the lipid profile of patients after LLLT procedures with the use of various laser devices [15].

The clinical implication of these observations is as follows: patients may be reassured that the treatment will not induce the side effects associated with increases in cholesterol and triglycerides, and the results indicate that there is a real decline in levels following treatment.

A very important element of the therapy is the appropriate qualification of the patient and informing that the potential for re-accumulation of adipose tissue remains unchanged, therefore maintaining the desired aesthetic effect requires changes in the lifestyle.

Own experiences

Since 2018, the author of the article has been



Ryc. 3. Kobieta, lat 43, BMI 26,7. Zabiegi w okolicy ud i brzucha: a) przed zabiegami, b) po serii zabiegów. Częstotliwość: 6 zabiegów (VERJU), raz w tygodniu, po zabiegu 10 min platforma wibracyjna

Fig. 3. Female patient, 43-years-old, BMI 26.7. Treatments the area of the thighs and abdomen. Frequency: 6 procedures (VERJU), once a week and a 10 min vibration platform

POMIARY / Measurement

	1. zabieg / procedure	3. zabieg / procedure	6. zabieg / procedure	Różnica / Difference
Pomiar na wys. pępka Measurement at the height of the navel	92 cm	87 cm	85 cm	- 7 cm
Pomiar na wys. bioder Measurement at the height of the hip	98 cm	99 cm	98 cm	- 0 cm
Pomiar obwodu uda Thigh circumference	63,5 cm	62,5 cm	62 cm	- 1,5 cm

wanie, że potencjał ponownego nagromadzenia tkanki tłuszczowej pozostaje niezmieniony, zatem utrzymanie pożądanego efektu estetycznego wymaga zmian w stylu życia.

Doświadczenia własne

Autor artykułu od roku 2018 stosuje urządzenia emitujące fale o długości 532 nm (Verju i Emerald) w zabiegach zmniejszania obwodów brzucha, bioder i ud oraz w redukcji cellulitu. Wykonał w tym okresie zabiegi u 96 pacjentów (80 kobiet w wieku 35–68 lat i 16 mężczyzn w wieku 45-70 lat). W zabiegach zastosowano następujące parametry: 10 głowic diodowych liniowych klasy 2, moc 16 mW ± 2 mW, długość fali 532 nm ± 10 nm, fala ciągła (CW), czas naświetlania 15 minut. Zabiegi wykonywano w seriach, najczęściej po 8–12 powtarzanych co 3–7 dni.

Osiągnięte efekty były oceniane na podstawie:

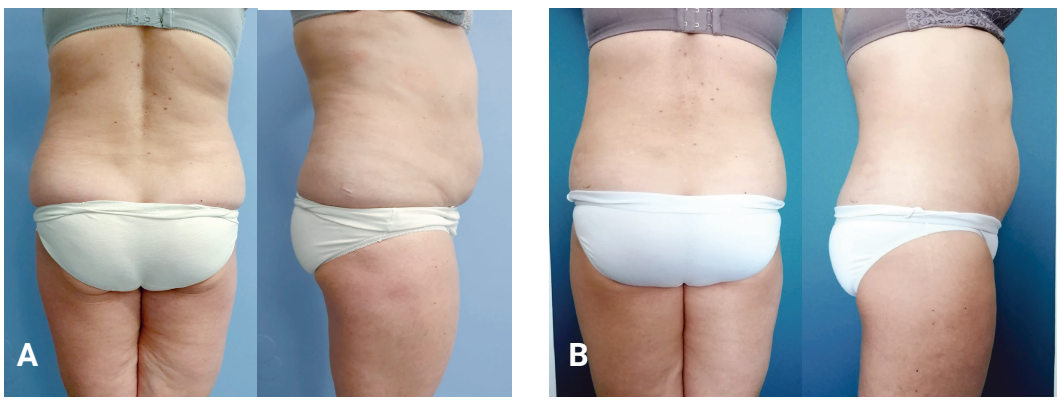
- badania objętości poszczególnych obszarów ciała (do oceny wykorzystano urządzenie

using devices emitting 532 nm wavelengths (Verju and Emerald) in treatments to reduce the circumference of the abdomen, hips and thighs and to reduce cellulite. During this period, he performed procedures on 96 patients (80 women aged 35–68 years and 16 men aged 45–70 years). The following parameters were used in the treatments: 10 class 2 linear diode heads, power 16 mW ± 2 mW, wavelength 532 nm ± 10 nm, continuous wave (CW), irradiation time 15 minutes. The treatments were performed in series, most often 8–12 repeated every 3–7 days.

The achieved effects were assessed on the basis of:

- tests of the volume of individual areas of the body (the 3D body scanner, Styku, device was used for the assessment),

- photographic documentation; pictures were taken of patients before the first treatment, after the sixth treatment and after the last treatment completing the therapy.



Ryc. 4. Kobieta, lat 53, BMI 28,7. Zabiegi w okolicy brzucha i ud: a) przed zabiegami, b) po serii zabiegów. Częstotliwość: 12 zabiegów (VERJU), raz w tygodniu, po zabiegu 10 min platforma wibracyjna

Fig. 4. Female patient, 53-years-old, BMI 28.7. Treatments the area of the thighs and abdomen. Frequency: 12 procedures (VERJU), once a week and a 10 min vibration platform

POMIARY / Measurement

	1. zabieg / procedure	4. zabieg / procedure	12. zabieg / procedure	Różnica / Difference
Pomiar na wys. pępka Measurement at the height of the navel	105 cm	100 cm	96 cm	- 9 cm
Pomiar na wys. spojenia łonowego Measurement at the height of the pubic symphysis	102 cm	97 cm	94,5 cm	- 7,5 cm

skaner ciała 3D, Styku),

- dokumentacji fotograficznej; zdjęcia wykonywano pacjentom przed pierwszym zabiegiem, po szóstym i po ostatnim zabiegu kończącym terapię.

U żadnego z pacjentów nie zaobserwowano jakichkolwiek działań niepożądanych.

Własne obserwacje całkowicie potwierdzają efekty uzyskiwane przez innych autorów w cytowanych wyżej badaniach. Ponadto na podstawie ankiet satysfakcji pacjenta u ok. 50% osób odnotowano poprawę ogólnego stanu zdrowia i samopoczucia (m.in. określenia „mam więcej sił i energii").

Taki efekt można wiązać prawdopodobnie z kaskadowym wzrostem aktywności mitochondriów oraz wykorzystaniem wolnych kwasów tłuszczowych w procesach wytwarzania energii. Autor zamierza poddać to zjawisko dalszej obserwacji i udokumentowaniu.

No side effects were observed in any of the patients.

Author's own observations fully confirm the effects obtained by other authors in the studies cited above. In addition, based on the questionnaires of patient satisfaction, it was found that about 50% of people improved their well-being (including the words "I have more strength and energy").

Such an effect can probably be associated with the cascading increase in mitochondria activity and the use of free fatty acids in energy production processes. The author intends to subject this phenomenon to further observation and documentation.

Conclusion

→ LLLT, including the Emerald device, can be considered an effective body contouring tool that allows you to reduce the circumference in vari-

Ryc. 5. Kobieta, lat 58, BMI 29,7. Zabiegi w okolicy brzucha, ud i pośladków: a) przed zabiegami, b) po serii zabiegów. Częstotliwość: 12 zabiegów (VERJU), raz w tygodniu, po zabiegu 10 min platforma wibracyjna

Fig. 5. Female patient, 58-years-old, BMI 29.7. Treatments in the area of the abdomen, thighs and buttocks. Frequency: 12 procedures (VERJU), once a week and a 10 min vibration platform

POMIARY / Measurement

	1. zabieg / procedure	4. zabieg / procedure	12. zabieg / procedure	Różnica / Difference
Pomiar na wys. pępka Measurement at the height of the navel	105 cm	100 cm	96 cm	- 9 cm
Pomiar na wys. spojenia łonowego Measurement at the height of the pubic symphysis	102 cm	97 cm	94,5 cm	- 7,5 cm

Podsumowanie

➔ LLLT, w tym urządzenia Verju i Emerald, można uznać za skuteczne narzędzie do modelowania sylwetki, które pozwala uzyskać zmniejszenie obwodów w różnych rejonach ciała i którego zastosowanie nie wywołuje skutków niepożądanych.

ous areas of the body, and the use of this method does not cause any negative effects.

Ryc. 6. Kobieta, lat 39, BMI 24,2. Zabiegi w okolicy brzucha, pośladków i ud: a) przed zabiegami, b) po serii zabiegów. Częstotliwość: 12 zabiegów (VERJU), raz w tygodniu, po zabiegu 10 min platforma wibracyjna

Fig. 6. Female patient, 39 years old, BMI 24.2. Treatments in the area of the abdomen, thighs and buttocks. Frequency: 12 procedures (VERJU), once a week and a 10 min vibration platform

POMIARY / Measurement

	1. zabieg / procedure	6. zabieg / procedure	12. zabieg / procedure	Różnica / Difference
Waga / Body's weight	58,6 kg	56,7 kg	56,2	- 2,5 kg
Pomiar - udo prawe Measurement - right thigh	59 cm 42 cm	56 cm 41 cm	56 cm 40 cm	- 3 cm - 2 cm
Pomiar na wys. bioder Measurement at the height of the hip	104 cm	103 cm	101 cm	- 3 cm
Pomiar na wys. spojenia łonowego Measurement at the height of the pubic symphysis	87 cm	87 cm	85 cm	- 2 cm

Piśmiennictwo/References:

1. Katz B., McBean J., Cheung J.S.: The new laser liposuction for men. Dermatol Ther, 2007, 20(6): 448–451.
2. Zouari L., Bousson V., Hamze B., Roulot E., Roqueplan F., Laredo J.D.: CT-guided percutaneous laser photocoagulation of osteoid osteomas of the hands and feet. Eur Radiol, 2008, 18(11): 2635–2641.
3. Avci P., Nyame T.T., Gupta G.K., Sadasivam M., Hamblin M.R.: Low-level laser therapy for fat layer reduction: A comprehensive review. Lasers Surg Med, 2013, 45(6): 349–357.
4. Rosenbaum M., Prieto V., Hellmer J., Boschmann M., Krueger J., Leibel R.L., Ship A.G.: An exploratory investigation of the morphology and biochemistry of cellulite. Plast Reconstr Surg, 1998, 101(7): 1934–1939.
5. Karu T.I., Pyatibrat L.V., Kalendo G.S.: Photobiological modulation of cell attachment via cytochrome C oxidase. Photochem Photobiol Sci, 2004, 3(2): 211–216.
6. Jackson R.F., Roche G., Butterwick K.J., Dedo D.D., Slattery K.T.: Low-Level Laser-Assisted Liposuction: A 2004 Clinical Study of its Effectiveness for Enhancing Ease of Liposuction Procedures and Facilitating the Recovery Process for Patients Undergoing Thigh, Hip, and Stomach Contouring. Am J Cosmet Surg 2004, 21.4: 291-294.
7. Neira R., Solarte E., Reyes M.A.: Low level assisted lipoplasty: A new technique. Proceedings of the World Congress on Lipoplasty. Dearborn, 2000.
8. Caruso-Davis M.K., Guillot T.S., Podichetty V.K., Mashtalir N., Dhurandhar N.V., Dubuisson O. i in.: Efficacy of low-level laser therapy for body contouring and spot fat reduction. Obes Surg, 2011, 21(6): 722–729.
9. Jackson R.F., Stern F.A., Neira R., Ortiz-Neira C.L., Maloney J.: Application of low-level laser therapy for non -invasive body contouring. Lasers Surg Med, 2012, 44(3): 211–217.
10. Neira R., Ortiz-Neira C.: Low-level laser-assisted liposculpture: Clinical report of 700 cases. Aesthet Surg J, 2002, 22(5): 451–455.
11. Jackson R., Roche G., Butterwick J.K., Dedo D.D., Slattery K.T.: Low level laser assisted liposuction: 2004 clinical trial of its effectiveness for enhancing ease of liposuction procedures and facilitating the recovery process for patients undergoing thigh, hip and stomach contouring. Am J Cosmet Surg, 2004, 21(4): 191–198.
12. Roche G.C., Shanks S., Jackson R., Holsey L.J.: Low-level laser therapy for reducing the hip, waist, and upper abdomen circumference of individuals with obesity. Photomed Laser Surg, 2017, 35(3): 142–149.
13. FDA, 510(k) Premarket Notification.
14. Maloney R.J., Shanks S.C., Jenney E.: The reduction in cholesterol and triglyceride serum levels following low-level laser irradiation: A non-controlled, non-randomized pilot study. Lasers Surg Med, 2009, 21: 66.
15. Karu T.I.: Cellular mechanisms of low-power laser therapy. Laser Applications in Medicine, Biology, and Environmental Science, 2003, 5149(2): 60–66.

Adres do korespondencji/Contact info

Artur Markowski PCME MED
Szosa Chełmińska 84/86
87-100 Toruń