

Lasers in dermatology. Recommendations of the Polish Dermatological Society. Part II. Treatment of vascular lesions

Zastosowanie laserów w dermatologii. Rekomendacje Polskiego Towarzystwa Dermatologicznego. Część II. Leczenie zmian naczyniowych

Bartłomiej Kwiek^{1,2}, Irena Walecka³, Andrzej Kaszuba⁴, Adam Borzęcki⁵, Olga Warszawik-Hendzel⁶, Marcin Ambroziak¹, Aleksandra Lesiak⁴, Joanna Narbutt⁴, Agnieszka Owczarczyk-Saczonek⁷, Witold Owczarek⁸, Barbara Pytrus⁹, Barbara Zegarska¹⁰, Lidia Rudnicka⁶

¹Ambroziak Dermatology Clinics, Warsaw, Poland

²Medical Faculty, Łazarski University, Warsaw, Poland

³Department of Dermatology, Medical Center of Postgraduate Education, the Central Teaching Hospital of the Ministry of Internal Affairs and Administration, Warsaw, Poland

⁴Department of Dermatology, Pediatric and Oncological Dermatology, Medical University of Lodz, Lodz, Poland

⁵Dermatology Department, Private Healthcare Center Med Laser, Lublin, Poland

⁶Department of Dermatology, Warsaw Medical University, Warsaw, Poland

⁷Department of Dermatology, Sexually Transmitted Diseases and Clinical Immunology, University of Warmia and Mazury, Olsztyn, Poland

⁸Department of Dermatology, Military Institute of Medicine, Warsaw, Poland

⁹PLATINIUM Medical and Laser Dermatology Clinic, Wrocław, Poland

¹⁰Department of Cosmetology and Aesthetic Dermatology, Collegium Medicum in Bydgoszcz, Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland

¹Klinika Ambroziak Dermatologia, Warszawa, Polska

²Wydział Medyczny, Uczelnia Łazarskiego, Warszawa, Polska

³Klinika Dermatologii, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, CSK MSWiA, Warszawa, Polska

⁴Klinika Dermatologii, Dermatologii Dziecięcej i Onkologicznej, Uniwersytet Medyczny, Łódź, Polska

⁵Oddział Dermatologiczny, Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej Med Laser, Lublin, Polska

⁶Katedra i Klinika Dermatologiczna, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

⁷Klinika Dermatologii, Chorób Przenoszonych Drogą Płciową i Immunologii Klinicznej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn, Polska

⁸Klinika Dermatologii, Wojskowy Instytut Medyczny, Warszawa, Polska

⁹Gabinet Dermatologii Leczniczej i Laserowej PLATINIUM, Wrocław, Polska

¹⁰Katedra Kosmetologii i Dermatologii Estetycznej, Collegium Medicum w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Polska

Dermatol Rev/Przeł Dermatol 2022, 109, 165–184

DOI: <https://doi.org/10.5114/dr.2022.120176>

ABSTRACT

**CORRESPONDING AUTHOR/
ADRES DO KORESPONDENCJI:**
prof. nadzw. dr hab. n. med.

Irena Walecka

Klinika Dermatologii

CMKP/CSK MSWiA

ul. Wołoska 137

02-507 Warszawa

e-mail: Irena.Walecka@cskmswia.

gov.pl

These recommendations of the Polish Dermatological Society focuses on the use of lasers in the treatment of vascular lesions. The principles of lasertherapy in rosacea, hemangiomas, vascular malformations and other conditions is discussed.

The significance of medical history, proper diagnosis and selection of an appropriate laser device is underlined.

Key words: laser therapy, vascular lesions, hemangiomas, erythema, Port Wine Stain.

STRESZCZENIE

Laseroterapia jest jedną z istotnych gałęzi dermatologii. Część 2 rekomendacji Polskiego Towarzystwa Dermatologicznego dotyczy zastosowania laserów w leczeniu zmian naczyniowych. Omówiono między innymi zasady stosowania laserów w trądziku różowatym, teleangiektazjach i naczyńniakach gwiaździstych.

Zwrócono uwagę, że istotnym czynnikiem przesądającym o skuteczności i bezpieczeństwie leczenia jest dobrze zebrany wywiad lekarski, właściwe rozpoznanie i wybór odpowiedniego urządzenia laserowego.

Słowa kluczowe: laseroterapia, zmiany naczyniowe, naczyńniaki, rumień, *Port Wine Stain*.

INTRODUCTION

The introduction of lasers and intense light sources has made it possible to effectively use light in dermatology and aesthetic dermatology, to treat a wide range of vascular lesions, both congenital and acquired. An appropriate and proper selection of parameters is a prerequisite for a properly performed procedure. Incorrect preparation of a patient or incorrect diagnosis increases the risk of side effects in the form of discoloration, increased pain and scarring, therefore a consensus on the use of lasers in dermatology is necessary [1].

The aim of the study is to present the current knowledge on the use of lasers in dermatology, with particular emphasis (in part II) on their use in the treatment of vascular lesions. This work is intended to help dermatologists choose the most appropriate method of laser therapy, depending on clinical indication. This is the second part of the recommendation of the Polish Dermatological Society regarding the use of lasers in dermatology.

LASERS IN THE TREATMENT OF SKIN VASCULAR CHANGES

In the treatment of numerous vascular lesions of the skin, lasers and other devices generating intense light pulses can be used. They have gained a great popularity among doctors and patients due to the low invasiveness of treatments combined with high efficiency and low risk of side effects. An appropriate wavelength and treatment parameters selected according to indications are necessary.

The most frequently used laser devices in the therapy of vascular lesions are (the sequence of the presented lasers according to the increasing wavelength generated by the devices):

WPROWADZENIE

Wprowadzenie laserów i intensywnych źródeł światła umożliwiło skuteczne użycie światła w dermatologii i dermatologii estetycznej w celu leczenia wielu zmian naczyniowych, zarówno wrodzonych, jak i nabytych. Podstawą prawidłowo wykonanego zabiegu jest odpowiednie dobranie jego parametrów. Nieprawidłowe przygotowanie pacjenta lub źle postawiona diagnoza zwiększa ryzyko wystąpienia działań niepożądanych w postaci przebarwień, nasilonych dolegliwości bólowych i blizn, dlatego też konieczny jest konsensus dotyczący zastosowania laserów w dermatologii [1].

Celem pracy jest przedstawienie aktualnej wiedzy na temat zastosowania laserów w dermatologii ze szczególnym uwzględnieniem (w części II) ich wykorzystania w leczeniu zmian naczyniowych. Artykuł ten ma na celu ułatwienie dermatologom wyboru najbardziej odpowiedniej metody laseroterapii w zależności od wskazania klinicznego. Jest to druga część rekomendacji Polskiego Towarzystwa Dermatologicznego dotyczących zastosowania laserów w dermatologii.

LASERY W TERAPII ZMIAN NACZYNIOWYCH SKÓRY

W terapii licznych zmian naczyniowych skóry wykorzystywane mogą być lasery i urządzenia generujące intensywne pulsy światła, które są szeroko akceptowane przez lekarzy i pacjentów ze względu na niską inwazyjność zabiegów połączoną z wysoką skutecznością oraz małym ryzykiem wystąpienia działań niepożądanych. Warunkiem koniecznym jest zastosowanie odpowiedniej długości fali i parametrów zabiegowych w zależności od wskazań.

Do najczęściej wykorzystywanych urządzeń laserowych w terapii zmian naczyniowych zaliczamy

- 1) KTP lasers (potassium titanyl phosphate) and LED lasers emitting 532 nm wavelength waves;
- 2) pulsed dye lasers emitting light in the range of 585–595 nm;
- 3) alexandrite lasers emitting a wavelength of 755 nm;
- 4) diode lasers emitting wavelengths from 800 to 940 nm;
- 5) Nd:YAG (neodymium-yag) lasers emitting wavelengths of 1064 nm. Their beam can penetrate even to a depth of 3–3.5 mm;
- 6) generators of intense pulsed light (IPL; 500–1200 nm);
- 7) devices combining lasers that generate two wavelengths simultaneously or sequentially, e.g., 585 nm and 1064 nm [2–4].
- (kolejność przedstawionych laserów wg rosnącej długości fali generowanej przez urządzenia):
- 1) lasery KTP (*potassium titanyl phosphate*) i lasery diodowe emitujące fale o długości 532 nm;
- 2) lasery pulsacyjno-barwnikowe emitujące światło w zakresie 585–595 nm,
- 3) lasery aleksandrytowe emitujące fale o długości 755 nm;
- 4) lasery diodowe emitujące fale w zakresie od 800 do 940 nm;
- 5) lasery Nd:YAG (neodymowo-jagowe) emitujące fale o długości 1064 nm; ich wiązka może penetrować nawet na głębokość 3–3,5 mm;
- 6) generatory intensywnych pulsów światła (*intense pulsed light* – IPL; 500–1200 nm);

Table 1. Vascular lasers and other light sources used in the treatment of vascular lesions (from Kwiek *et al.*, modified)

Laser/light source	Wavelength	Spot size	Pulse duration	Fluency (energy density) [J/cm ²]	Cooling of epidermis*	Comment
PDL	585–595 nm (yellow)	Up to 10mm	0.45–50 ms	5–24	Spray cooling	Treatment of choice for superficial and medium-deep red vessels for phototypes I–III
KTP and other 532 nm	532 nm (green)	1 mm, possible scanner for fast treatment of extensive lesions	2–25 ms	3–45	Often without cooling (a small spot favors quick heat dissipation), selected devices equipped with spray or contact cooling	Because of a shallow penetration (up to 1 mm), it is only suitable for the treatment of superficial lesions. Due to its precision, it is readily used in the treatment of facial telangiectasias
		5–10 mm	30 ms	6–12	Yes (contact)	Modern lasers with a large spot have a greater penetration, reaching even 4 mm, which allows for effective coagulation of most of the skin vessels
		5–12 mm	3–10 ms	7–11.5	Yes (contact)	
IPL	500–1200 (non-coherent)	Rectangular most often approx. 10 × 400 mm	Variable; often groups of pulses	Variable	Integrated in modern devices (contact)	Modern devices with contact cooling are a good alternative to be applied to superficial lesions and the treatment of erythema. The limitation is the shape of the head, which makes it difficult to precisely treat minor changes. The great variety and quality of devices makes it one of the groups of light treatment devices that are most difficult to characterize
Nd:YAG	1064 nm (infrared)	Most often up to 6 mm, but devices with a spot of 18 mm are available	3–300 ms; available microsecond devices	6–600	Integrated in some devices (contact, spray, cold air blowing)	5 mm deep penetration for large spots (> 5 mm) and high fluency. Suitable for deep and large vessels, especially those with a blue color (venous vessels – deoxyhemoglobin). Due to high fluency and deep penetration, there is a greater risk of atrophic scars

Laser/light source	Wavelength	Spot size	Pulse duration	Fluency (energy density) [J/cm ²]	Cooling of epidermis*	Comment
			Microsecond (300–650 μs)	5–510	None. Some devices with epidermal temperature control available	Devices with low energy density are attempted to treat facial erythema using high frequency pulses (up to 10 Hz). Devices with high energy density are used to close telangiectasia, including on the lower limbs, but less often than millisecond lasers with a similar risk of atrophic scars
Alexandrite	755 nm (infrared)	Up to 18 mm	3–80 ms	Up to 90	Integrated in some devices	Deep penetration (2.5–5 mm) but also high absorption by melanin
LED	800–983 nm (infrared)	Up to 15 mm	10–150 ms	Up to 500	Various systems	Deep penetration. Sequential line devices in the treatment of vascular lesions. Limited data on the treatment of PWS. Often used in epilation
PDT LED	532 nm LED	10 cm	Continuous	80–100 mW/cm ²	None	Requires intravenous administration of a chromophore. Used in treatment of PWS
PDT copper vapor laser	510/578 nm	3 cm (8–10 cm at the skin)	Continuous	120 (at the source)	None	
Argon	488–514 nm (blue)	1 mm Available scanners	50–200 ms up to continuous	8–12	None	The first generation of vascular lasers. In use mainly in the eighties and nineties. This group included Polish-made argon lasers. Effective but associated with a high risk of atrophic scars
Krypton	521, 530 nm (green), 568 (yellow)	1 mm		16		
Copper-bromine/copper vapor	578 nm (yellow)	1 mm Available scanners		For 50 ms, it should not exceed 15 J/cm ² to minimize the risk of scarring		

*In the absence of built-in cooling, it is possible to use cold air or contact cooling or spray cooling, depending on the indications. The use of contact gels helps to cool the epidermis by increasing its capacity and constant evaporation of water from the gel. PWS – port wine stains, port wine-colored stains, PDT – photodynamic therapy.

Other devices are used less frequently or are mostly historical in nature (table 1) [5].

The International Society for the Study of Vascular Anomalies (ISSVA) divides vascular lesions into two types: vascular tumors and vascular malformations, and unclassified lesions. It is worth noting that this classification does not take into account many skin conditions associated with vascular lesions in which laser therapy can be used (e.g., rosacea).

Vascular malformations are further classified into slow- and fast-flow changes. Slow-flow malformations include capillary malformations, venous malformations, and lymphatic malformations. Fast-flow changes include arterial and arteriovenous malformations.

Port Wine Stain (PWS) capillary malformations and hemangiomas are most frequently treated with laser therapy.

7) urządzenia łączące lasery generujące jednocześnie lub sekwencyjnie dwie długości fali np. 585 nm i 1064 nm [2–4].

Inne urządzenia są wykorzystywane rzadziej lub mają charakter głównie historyczny (tab. 1) [5].

Międzynarodowe Stowarzyszenie Naukowe Anomalii Naczyniowych (*International Society for the Study of Vascular Anomalies* – ISSVA) dzieli zmiany naczyniowe na dwa typy: guzy naczyniowe i malformacje naczyniowe oraz zmiany niesklasyfikowane. Warto zauważyć, że klasyfikacja ta nie uwzględnia wielu schorzeń skóry przebiegających ze zmianami naczyniowymi, w których laseroterapia może być wykorzystywana (np. trądzik różowaty).

Malformacje naczyniowe są dzielone na zmiany wolno- i szybko przepływowe. Do wolno przepływowych zalicza się: malformacje kapilarne, malformacje żyłne i malformacje limfatyczne. Do zmian

Tabela I. Lasery naczyniowe i inne źródła światła stosowane w leczeniu zmian naczyniowych (wg Kwiek i wsp. zmodyfikowano)

Lasery/źródło światła	Długość fali	Wielkość plamki	Czas trwania impulsu	Fluencja (gęstość energii) [J/cm ²]	Chłodzenie naskórka*	Komentarze
PDL	585–595 nm (żółty)	Do 10 mm	0,45–50 ms	5–24	Natryskowe (spray cooling)	Leczenie z wyboru dla powierzchniowych i średnio głębokich naczyń o czerwonym zabarwieniu dla fototypów I–III
KTP i inne 532 nm	Mała plamka 532 nm (zieleń)	1 mm, możliwy skaner do szybkiego leczenia rozległych zmian	2–25 ms	3–45	Często bez chłodzenia (mała plamka sprzyja szybkiemu rozproszeniu ciepła), wybrane urządzenia wyposażone w natryskowe lub kontaktowe chłodzenie	Ze względu na płytką penetrację (do 1 mm) nadaje się tylko do leczenia powierzchniowych zmian. Ze względu na precyzję chętnie stosowane w leczeniu telangiektazji na twarzy
		5–10 mm	30 ms	6–12	Tak (kontaktowe)	Nowe lasery o dużej plamce mają większą penetrację sięgającą nawet 4 mm, co pozwala skutecznie koagulować większość naczyń skóry
		5–12 mm	3–10 ms	7–11,5	Tak (kontaktowe)	
IPL	500–1200 (niekoherentny)	Czworokątny najczęściej ok. 10 × 400 mm	Zróznicowane; często grupy impulsów	Zróznicowana	Zintegrowane w nowych urządzeniach (kontakt)	Nowoczesne urządzenia z chłodzeniem kontaktowym są dobrą alternatywą dla powierzchniowych zmian i leczenia rumienia. Ograniczeniem jest kształt głowicy utrudniający precyzyjne leczenie drobnych zmian. Duża różnorodność i jakość urządzeń powoduje, że jest to jedna z najtrudniejszych do scharakteryzowania grup urządzeń do leczenia światłem
Nd:YAG	1064 nm (podczerwień)	Najczęściej do 6 mm, ale są dostępne urządzenia o plamce 18 mm	3–300 ms; dostępne urządzenia mikrosekundowe	6–600	Zintegrowany w niektórych urządzeniach (kontaktowe, natryskowe, nadmuchiwanie zimnego powietrza)	Głęboka penetracja sięgająca 5 mm dla dużych plamek (≥ 5 mm) i dużej fluencji. Odpowiednie dla głębokich i dużych naczyń, szczególnie o niebieskim zabarwieniu (naczynia żyłne – deoksyhemoglobina). Ze względu na wysoką fluencję i głęboką penetrację większe ryzyko powstania zanikowych blizn
			Mikrosekundowe (300–650 μs)	5–510	Brak. Niektóre urządzenia z dostępną kontrolą temperatury naskórka	Urządzenia o małej gęstości energii próbuje się stosować do leczenia rumienia na twarzy przy użyciu dużej częstotliwości impulsów (do 10 Hz). Urządzenia o dużej gęstości energii stosuje się do zamykania teleangiektazji, w tym na kończynach dolnych, ale rzadziej niż lasery milisekundowe z podobnym ryzykiem powstania zanikowych blizn
Aleksandrytowy	755 nm (podczerwień)	Do 18 mm	3–80 ms	Do 90	Zintegrowane w niektórych urządzeniach	Głęboka penetracja (2,5–5 mm), ale i duża absorpcja przez melaninę

Lasер/źródło światła	Długość fali	Wielkość plamki	Czas trwania impulsu	Fluencja (gęstość energii) [J/cm ²]	Chłodzenie naskórka*	Komentarze
Diodowy	800–983 nm (podczerwień)	Do 15 mm	10–150 ms	Do 500	Zróżnicowane systemy	Głęboka penetracja. Urządzenia kolejnego rzutu w leczeniu zmian naczyniowych. Ograniczone dane dotyczące leczenia PWS. Często stosowane w epilacji
PDT LED	532 nm LED	10 cm	Ciągłe	80–100 mW/cm ²	Brak	Wymaga dożylnego podania chromoforu. Stosowana w leczeniu PWS
PDT laser par miedzi	510/578 nm	3 cm (8–10 cm przy powierzchni skóry)	Ciągłe	120 J/cm ² (przy źródle)	Brak	
Argonowy	488–514 nm (niebieski)	1 mm dostępne skanery	50–200 ms do ciągłego	8–12	Brak	Pierwsza generacja laserów naczyniowych. W użyciu głównie w latach 80. i 90. W tej grupie były lasery argonowe polskiej produkcji. Skuteczne, ale związane z wysokim ryzykiem wystąpienia blizn zanikowych
Kryptonowy	521, 530 nm (zielony), 568 nm (żółty)	1 mm		16		
Miedziowo-bromowy/par miedzi	578 nm (żółty)	1 mm dostępne skanery		Dla 50 ms nie powinna przekraczać 15 J/cm ² , aby zminimalizować ryzyko bliznowacenia		

*W przypadku braku wbudowanego chłodzenia można stosować nadmuch zimnego powietrza lub chłodzenie kontaktowe albo natryskowe okolozabiegowe w zależności od wskazań. Stosowanie żeli kontaktowych sprzyja chłodzeniu naskórka przez zwiększenie jego pojemności i stałe parowanie wody z żelu. PWS – port-wine stains – plamy koloru porto, PDT – terapia fotodynamiczna.

Devices used in the treatment of vascular lesions should be selected in such a way as to lead to selective vascular damage (the phenomenon of selective photothermolysis) with subsequent thrombosis, necrosis of the vascular wall and damage to perivascular collagen with minimal damage to the surrounding tissues and skin. This is achieved by selecting wavelengths for which hemoglobin is a specific chromophore.

Oxyhemoglobin in red blood cells has an absorption peak at 542 nm (alpha) and 577 nm (beta), which is related to the small superficial vessels in the face and neck.

Vessels in lower extremities are located deeper and contain more deoxyhemoglobin, therefore they respond better to therapy with longer wavelengths – from 800 to 1200 nm.

It should be kept in mind, that higher wavelengths allow for deeper penetration into the skin. They also allow “bypassing” the epidermal melanin, so they can be safely used in people with higher skin phototypes.

Infrared waves are more effective in the treatment of deeper blue vessels, shorter waves are more effective in the treatment of superficial red telangiectasias [6]. However, they are much more strongly absorbed by the epidermal melanin, which may reduce the effectiveness of treatments and increase the risk of complications.

szybko przepływowych należą malformacje tętnicze i tętniczko-żylnie.

Wśród zmian naczyniowych malformacje kapilarne typu *port-wine stain* (PWS) i naczylniaki (*hemangioma*) są zmianami najczęściej poddawany terapii laserowej.

Urządzenia stosowane w terapii zmian naczyniowych powinny być tak dobierane, aby prowadziły do selektywnego uszkodzenia naczyń (zjawisko selektywnej fototermolizy) z następczą zakrzepicą, martwicą ściany naczyń i uszkodzeniem okołonaczyniowego kolagenu z minimalnym uszkodzeniem tkanek otaczających i skóry. Uzyskuje się to, dobierając długości fal, dla których specyficznym chromoforem jest hemoglobina.

Oksyhemoglobina zawarta w krwinkach czerwonych posiada maksimum absorpcji przy długości fali 542 nm (alfa) i 577 nm (beta), co odnosi się do małych powierzchownych naczyń na twarzy i szyi.

Naczynia na kończynach dolnych są położone głębiej i zawierają więcej deoksyhemoglobiny, dlatego też reagują lepiej na terapię z wykorzystaniem większych długości fal – od 800 do 1200 nm.

Należy pamiętać, że większe długości fal pozwalają na głębszą penetrację w głąb skóry. Umożliwiają one również „ominąć” naskórkową melaninę, dzie-

In order to avoid damage to surrounding tissues, duration of a pulse should be chosen so that it is less than or equal to the thermal relaxation time of the target tissue.

FREQUENCY OF PULSES

The general rule is that in order to minimize damage to tissues surrounding the vessels, high frequency impulses should be avoided (it depends on the experience of the operator and individual patient predispositions).

For many devices including long-pulsed dye laser (LPDL) and IPL, cumulative pulses of lower energy intensity can have the same effect as a single pulse of higher intensity.

SPOT SIZE

In the treatment of vascular changes, the chromophore is dynamic (blood flows through vessels) and receives the heat generated by the procedure, which prevents effective damage to the vessel wall. Therefore, it is useful to use larger spots to increase the volume of "superheated" blood or to move a smaller spot quickly and frequently along the vessel. Using a larger spot allows increasing the depth of effective wave action without increasing the risk of damage to the epidermis.

In order to obtain better effects of the therapy of deeper vessels, effective cooling of the epidermis surface should be used in order to minimize damage to melanocytes and epidermal keratinocytes.

COOLING

Adequate cooling is an integral part of laser treatments [7, 8]. When using cooling with sapphire contact heads, it should be remembered that too much pressure and too low temperature may cause compression and contraction of the underlying vessels, significantly reducing the desired absorption of the laser beam, which may reduce effectiveness of the therapy.

Too aggressive cooling can cause undesirable damage to the epidermis and skin.

ANESTHESIA

Cooling not only increases the safety of the procedure by removing excess heat from tissues surrounding the target vessel, but also reduces pain. When using local anesthesia, adrenaline preparations should not be used.

Remember that correct treatment begins with a correct diagnosis. Many patients are treated inef-

ki czemu mogą być bezpiecznie stosowane u osób z wyższymi fototypami skóry.

Fale w zakresie podczerwieni są bardziej efektywne w terapii głębiej położonych niebieskich naczyń, krótsze fale są bardziej efektywne w terapii powierzchniowych czerwonych teleangiektazji [6]. Są one jednak znacznie silniej absorbowane przez melanicę naskórka, co może zmniejszyć efektywność zabiegów i zwiększyć ryzyko wystąpienia powikłań.

W celu uniknięcia uszkodzenia otaczających tkanek długość czasu trwania impulsu powinna być tak dobierana, aby była mniejsza lub równa czasowi relaksacji termicznej tkanki docelowej.

CZĘSTOŚĆ IMPULSÓW

Obowiązuje generalna zasada, że w celu minimalizowania uszkodzenia tkanek otaczających naczynia należy unikać wysokich częstotliwości impulsów (zależy to od doświadczenia operatora i indywidualnych predyspozycji pacjenta).

W przypadku wielu urządzeń, w tym LPDL (*long-pulsed dye laser*) i IPL skumulowane impulsy o mniejszym natężeniu energii mogą mieć taki sam efekt jak pojedynczy impuls o wyższym natężeniu energii.

WIELKOŚĆ PLAMKI

W przypadku terapii zmian naczyniowych chromofor ma charakter dynamiczny (krew płynie przez naczynia) i odbiera dalej ciepło generowane przez zabieg, co zapobiega skutecznemu uszkodzeniu ściany naczynia. Dlatego też przydatne jest stosowanie większych plamek w celu zwiększenia objętości „przegrzewanej” krwi lub szybkie przesuwanie mniejszej plamki z dużą częstotliwością wzdłuż naczynia. Stosowanie większej plamki pozwala na zwiększenie głębokości skutecznego działania fali bez wzrostu ryzyka uszkodzenia naskórka.

W celu uzyskania lepszych efektów terapii głębiej położonych naczyń należy stosować skuteczne chłodzenie powierzchni naskórka w celu minimalizacji uszkodzenia melanocytów i keratynocytów naskórka.

CHŁODZENIE

Odpowiednie chłodzenie jest integralną częścią zabiegów laserowych [7, 8]. Podczas stosowania chłodzenia z wykorzystaniem głowic kontaktowych z szafiru powinno się pamiętać, że zbyt silny ucisk i zbyt niska temperatura mogą powodować uciśnięcie i obkurczenie leżących poniżej naczyń, znacznie zmniejszając pożądaną absorpcję wiązki lasera, co może skutkować zmniejszeniem skuteczności terapii.

fectively and at high risk of complications as a result of incorrect diagnosis of the type of vascular lesions.

It is worth noting that although there are many laser devices on the market, none of them is universal, i.e., designed to treat all types of vascular changes. A detailed medical history and clinical examination will allow for the correct diagnosis and selection of the appropriate device generating the most effective wavelength.

RECOMMENDATION 1

Many congenital and acquired vascular changes are indications for therapy with lasers and/or generators of intense light pulses. Arterial malformations are not an indication for therapy with lasers or generators of intense light pulses.

RECOMMENDATION 2

Qualification for laser treatments should be performed by a physician who has experience in the diagnosis and differentiation of vascular lesions. An experienced doctor will be able to assess benefits and risks of individual devices and select them so as to obtain the optimal therapeutic effect without the risk of significant complications after the applied therapy. And in the event of any complications, he/she will be able to immediately start an appropriate treatment.

RECOMMENDATION 3

It is recommended to perform photographic documentation before and after laser therapy.

RECOMMENDATION 4

There is no consensus on vascular laser treatment in patients treated with isotretinoin.

It is not generally recommended to use laser therapy in patients during systemic therapy with retinoids, and after the discontinuation of therapy (up to 6 months from the last dose).

RECOMMENDATION 5

Laser therapy should be performed only by physicians, always after medical history, physical examination, analysis of test results and selecting a device generating the most effective wavelength.

Zbyt agresywne chłodzenie może przyczynić się do powstania niepożądanych uszkodzeń naskórka i skóry.

ZNIECZULENIE

Chłodzenie nie tylko zwiększa bezpieczeństwo zabiegu przez odbieranie nadmiaru ciepła z otaczających naczynie tkanek, lecz także zmniejsza dolegliwości bólowe. Przy stosowaniu znieczulenia miejscowego nie należy stosować preparatów z adrenaliną.

Należy pamiętać, że podstawą skutecznej laseroterapii jest prawidłowe rozpoznanie i właściwe zakwalifikowanie pacjenta do tej metody terapeutycznej.

Istotnym czynnikiem ryzyka nieskuteczności leczenia i powikłań jest nieprawidłowe rozpoznanie rodzaju zmian naczyniowych. Istotnym czynnikiem przesądającym o skuteczności i bezpieczeństwie leczenia jest wybór odpowiedniego urządzenia laserowego.

Warto zwrócić uwagę, że żadne urządzenie laserowe nie jest uniwersalne, stworzone do leczenia wszystkich rodzajów zmian naczyniowych.

REKOMENDACJA 1

Wiele wrodzonych i nabytych zmian naczyniowych jest wskazaniem do terapii laserami i/lub generatorami intensywnych pulsów światła. Malformacje tętnicze nie są wskazaniem do terapii laserami lub generatorami intensywnych pulsów światła.

REKOMENDACJA 2

Kwalifikacja do zabiegów laserowych powinna być wykonywana przez lekarza, który będzie posiadał doświadczenie w rozpoznawaniu i różnicowaniu zmian naczyniowych. Doświadczony lekarz będzie mógł ocenić korzyści i ryzyko zastosowania odpowiednich urządzeń i dobrać je tak, aby uzyskać optymalny efekt terapeutyczny bez ryzyka znacznych powikłań po zastosowanej terapii, a w przypadku zaistnienia powikłań będzie mógł natychmiast podjąć odpowiednie ich leczenie.

REKOMENDACJA 3

Zaleca się wykonywanie dokumentacji fotograficznej przed laseroterapią i po laseroterapii.

REKOMENDACJA 4

Nie ma konsensusu dotyczącego stosowania laserów naczyniowych u pacjentów leczonych izotretynoiną.

RECOMMENDATION 6

Avoid ultraviolet exposure prior to laser therapy. Self-tanners should not be used and products that change the color of the skin (e.g., beta carotene) should be avoided. Treatments should be performed after the tan subsides. After the laser therapy treatment, exposure to solar radiation and sunbeds should be avoided for an appropriate period depending on the skin phototype, individual predispositions of the patient and the healing time after the treatment.

RECOMMENDATION 7

Expectations of the patient and the child's parents (legal guardians) should be considered – unrealistic expectations are a contraindication to therapy.

ACQUIRED VASCULAR CHANGES AMENABLE TO THERAPY WITH VASCULAR LASERS AND IPL

- 1) facial telangiectasias [6],
- 2) rosacea – erythema and telangiectasia [9],
- 3) spider naevi [10],
- 4) venous hemangiomas,
- 5) venous lakes,
- 6) cherry hemangiomas,
- 7) poikiloderma of Civatte,
- 8) vascular granulomas,
- 9) angiofibroma – usually in combination with ablative lasers,
- 10) telangiectasia on the lower limbs,
- 11) red or hypertrophic scars,
- 12) viral warts,
- 13) early stretch marks,
- 14) mark of the ILVEN type (inflammatory linear verrucous epidermal nevus),
- 15) acne vulgaris – post-inflammatory erythema, next-line treatment in the treatment of inflammatory lesions,
- 16) red follicular keratosis.

Congenital vascular lesions amenable to vascular laser therapy are most often port-wine stain malformations.

LIST OF DEVICES AND PARAMETERS USED IN THE TREATMENT OF VASCULAR LESIONS

- Lasers emitting a wavelength of 532 nm (green):
- radiation strongly absorbed by oxyhemoglobin, less by melanin;
 - the effective penetration depth in the skin is shallow for devices with a small spot (1–2 mm), does not exceed 1 mm. For devices with a large spot (> 5 mm), the diffused but effectively coagulating light reaches

Część ekspertów rekomenduje, aby przyjąć ogólną zasadę niestosowania laseroterapii podczas leczenia ogólnego retinoidami oraz po zakończeniu terapii (do ok. 6 miesięcy od ostatniej dawki).

REKOMENDACJA 5

Zabiegi laseroterapii powinny być wykonywane wyłącznie przez lekarzy, zawsze po zebraniu wywiadu lekarskiego, badaniu przedmiotowym, analizie wyników badań dodatkowych i podjęciu decyzji o wyborze urządzenia generującego najskuteczniejszą długość fali.

REKOMENDACJA 6

Przed zabiegiem laseroterapii należy unikać ekspozycji na ultrafiolet. Nie powinno się stosować samoopalaczy oraz należy unikać produktów zmieniających kolor skóry (np. betakaroten). Powinno się wykonywać zabiegi po ustąpieniu hiperpigmentacji. Po zabiegu laseroterapii należy unikać ekspozycji na działanie promieniowania słonecznego i lamp emitujących UV przez odpowiedni okres zależny od fototypu skóry oraz indywidualnych predyspozycji pacjenta (pacjentki) i czasu gojenia po danym zabiegu.

REKOMENDACJA 7

Należy poznać oczekiwania pacjenta i rodziców dziecka (opiekunów prawnych). Nierealne do spełnienia oczekiwania są przeciwwskazaniem do terapii.

ZMIANY NACZYNIOWE NABYTE PODDAJĄCE SIĘ TERAPII LASERAMI NACZYNIOWYMI I IPL

- 1) teleangiektazje twarzy [6],
- 2) trądzik różowaty – rumień i teleangiektazje [9],
- 3) naczyniaki gwiaździste [10],
- 4) naczyniaki żyłne,
- 5) jeziorka naczyniowe,
- 6) naczyniaki rubinowe,
- 7) poikilodermia Civatte'a,
- 8) ziarniniaki naczyniowe,
- 9) angiofibroma – zwykle w połączeniu z laserami ablacyjnymi,
- 10) teleangiektazje na kończynach dolnych,
- 11) rumieniowe lub przerostowe blizny,
- 12) brodawki wirusowe,
- 13) wczesne rozstępy,
- 14) znamię typu ILVEN (*inflammatory linear verrucous epidermal nevus*),
- 15) trądzik pospolity – rumień pozapalny, w leczeniu zmian zapalnych terapia kolejnego rzutu,
- 16) rogowacenie czerwone mieszkowe.

the depth of 4 mm and can be used to close deeper vessels [11–13];

- the main indications are the therapy of: telangiectasia on the skin of the face, diffuse erythema of the facial skin, vascular changes in the course of rosacea, cherry hemangiomas, spider naevi, poikiloderma of Civatte, superficial and narrow telangiectasias (less than 1 mm in diameter), changes of the PWS nature;
- parameters most often used during treatments: pulse duration from 2 to 100 ms, energy density from 3 to 45 J/cm², with high fluence values being used for small spots. Diameters used vary between 1 and 16 mm (larger diameter associated with stronger pain), pulses from single to multiple, it is possible to repeat the passage. There is also a possibility of using cooling during the treatments, but during its use, vasoconstriction should be avoided in order not to reduce the effectiveness of the treatment;
- disadvantages: the use of devices with a small spot is limited only to superficial vessels, damage to the epidermis during treatments in patients with higher skin phototypes or tanned, a possibility of discoloration, a rare complication is the formation of small scars (with too high treatment parameters) [14]. Extravasation may occur when a large spot is used and pulses of short duration are used (such an end result is standard in the treatment of PWS).

Lasers emitting a wavelength of 585–595 nm (yellow):

- radiation strongly absorbed by oxyhemoglobin, less by melanin;
- effective penetration depth in the skin (with optimal parameters): up to about 1–1.5 mm [15];
- the main indications are the therapy of: PWS lesions, early childhood hemangiomas, telangiectasia on the facial skin, vascular lesions in the course of rosacea, cherry hemangiomas, spider naevi, poikiloderma of Civatte, narrow telangiectasias of lower extremities;
- parameters most often used during treatments: pulse duration from 0.45 to 50 ms, energy density from 5 to 24 J/cm², spot diameter from 1 to 10 mm, single pulses, it is possible to repeat the passage. Dynamic cooling is used during the treatments;
- disadvantages: similarly to devices generating the 532 nm wave, these devices are used for obliteration of superficial and medium-deep vessels; strong pain during the procedure (reduced by dynamic cooling), formation of strong purple spots after the procedure at the site of pulse absorption (when using short pulses with high energy density, which is the desired end result in the treatment of PWS, similar to the 532 laser with a large spot) [16].

Zmiany naczyniowe wrodzone poddające się terapii laserami naczyniowymi to najczęściej malformacje typu *port-wine stain*.

ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ I PARAMETRÓW STOSOWANYCH W TERAPII ZMIAN NACZYNIOWYCH

Lasery emitujące fale o długości 532 nm (zielone):

- promieniowanie silnie absorbowane przez oksyhemoglobinę, słabiej przez melaninę;
- głębokość skutecznej penetracji w skórze płytka dla urządzeń o małej plamce (1–2 mm), nie przekracza 1 mm. Dla urządzeń o dużej plamce (> 5 mm) rozproszone, ale skutecznie koagulujące światło dociera do 4 mm i może służyć do zamykania głębiej położonych naczyń [11–13];
- główne wskazania to terapia: teleangiektazji na skórze twarzy, rozlanego rumienia skóry twarzy, zmian naczyniowych w przebiegu trądziku różowatego, naczynek rubinowych, naczynek gwiaździstych, poikilodermii Civatte'a, powierzchniowych i wąskich teleangiektazji (o średnicy poniżej 1 mm), zmian w postaci PWS;
- parametry najczęściej wykorzystywane podczas zabiegów: czas trwania impulsu od 2 do 100 ms, gęstość energii od 3 do 45 J/cm², przy czym duże wartości fluencji stosuje się dla małych plamek. Używane średnice wynoszą 1–16 mm (większa średnica związana z silniejszymi dolegliwościami bólowymi), pulsy od pojedynczych po wielokrotne, możliwe powtórzenia przejścia. Podczas zabiegów istnieje również możliwość wykorzystywania chłodzenia, jednak w trakcie jego stosowania należy unikać obkurczania naczyń, aby nie zmniejszyć skuteczności zabiegu;
- wady: zastosowanie urządzeń z małą plamką ogranicza się wyłącznie do powierzchniowych naczyń, uszkodzenia naskórka podczas zabiegów u pacjentów z wyższymi fototypami skóry lub z hiperpigmentacją skóry po ekspozycji na UV, możliwość powstawania przebarwień, rzadkim powikłaniem jest powstanie drobnych bliznek (przy zbyt wysokich parametrach zabiegu) [14]. Podczas stosowania dużej plamki i impulsów o krótkim czasie trwania może dojść do powstania wynaczynień (taki efekt końcowy jest standardem w leczeniu PWS).

Lasery emitujące fale o długości 585–595 nm (żółte):

- promieniowanie silnie absorbowane przez oksyhemoglobinę, słabiej przez melaninę;
- głębokość skutecznej penetracji w skórze (przy optymalnych parametrach): do około 1–1,5 mm [15];
- główne wskazania to terapia: zmian w postaci PWS, naczynek wczesnodziecięcych, teleangiektazji na skórze twarzy, zmian naczyniowych w prze-

- Lasers emitting a wavelength of 755 nm (infrared):
- radiation strongly absorbed by melanin, less deoxyhemoglobin and oxyhemoglobin;
 - effective penetration depth in the skin (with optimal parameters): up to about 3–5 mm;
 - can be used in the treatment of PWS lesions and wider telangiectasias of lower extremities [17].

Lasers emitting wavelengths of 800–983 nm (infrared):

- radiation strongly absorbed by oxyhemoglobin and slightly less by melanin (wavelengths over 900 nm are characterized by low absorption by melanin);
- effective penetration depth in the skin (with optimal parameters): up to about 3–5 mm;
- the main indications are the therapy of: telangiectasias on the skin of the face, PWS changes, cherry hemangiomas, spider naevi, venous lakes and telangiectasias of lower extremities;
- parameters most often used during treatments: pulse duration from 10 to 150 ms, energy density up to over 500 J/cm², spot diameter up to 15 mm, single pulses, it is possible to repeat the passage. During the treatments, external cooling is used (depending on the device);
- disadvantages: more effective in obliterating larger diseased venous vessels in the lower extremities.

Lasers emitting a wavelength of 1064 nm (infrared):

- radiation strongly absorbed by oxyhemoglobin, less by melanin, because of lower absorption, higher energy densities have to be used during treatments;
- the greatest depth of effective penetration into the skin of all vascular lasers (with optimal parameters): up to about 3–5 mm,
- the main indications are therapy: PWS lesions with dark, purple shades and hypertrophy – high effectiveness, but a higher risk of atrophic scars than for PDL and 532 nm with a large spot, greater telangiectasias of lower limbs, infantile hemangiomas, venous vascular malformations, inflammatory granulomas, cherry hemangiomas, spider naevi, venous lakes;
- parameters most often used during treatments: pulse duration from 3 to 300 ms (microsecond devices generate 0.3 ms pulses), energy density up to over 600 J/cm², spot diameter up to over 18 mm, various pulse options, possible pulse sequences, a possibility of repeating a passage for selected indications and parameters (to be avoided on lower limbs and in the corner of the nose) [18]. Dynamic cooling is used during the treatments;
- disadvantages: severe pain during the procedure (reduced by the use of cooling), risk of burns and scarring - it is important to know the instructions for use of a given device thoroughly. Extravasation when removing large venous angiectasias, which

- biegu trądziku różowatego, naczynek rubinowych, naczynek gwiazdzistych, poikilodermii Civatte'a, wąskich teleangiektazji kończyn dolnych;
- parametry najczęściej wykorzystywane podczas zabiegów: czas trwania impulsu od 0,45 do 50 ms, gęstość energii od 5 do 24 J/cm², średnica plamki od 1 do 10 mm, pulsy pojedyncze, możliwe powtórzenia przejścia. Podczas zabiegów stosowane jest chłodzenie dynamiczne;

- wady: podobnie jak urządzenia generujące fale 532 nm, urządzenia te znajdują zastosowanie do obliteracji powierzchownie i średnio głęboko położonych naczyń; silne dolegliwości bólowe podczas zabiegu (zmniejsza je chłodzenie dynamiczne), powstawanie sinich plam po zabiegu w miejscu absorpcji impulsu (powstają przy stosowaniu krótkich impulsów o wysokiej gęstości energii, co jest pożądanym efektem końcowym w leczeniu PWS podobnie jak w przypadku lasera 532 nm o dużej plamce) [16].

Lasery emitujące fale o długości 755 nm (podczerwone):

- promieniowanie silnie absorbowane przez melaninę, słabiej deoksyhemoglobinę i oksyhemoglobinę;
- głębokość skutecznej penetracji w skórze (przy optymalnych parametrach): do około 3–5 mm;
- mogą być stosowane w terapii zmian w postaci PWS i szerszych teleangiektazji kończyn dolnych [17].

Lasery emitujące fale o długości 800–983 nm (podczerwone):

- promieniowanie silnie absorbowane przez oksyhemoglobinę i nieco słabiej przez melaninę (fale o długości powyżej 900 nm charakteryzują się niską absorpcją przez melaninę);
- głębokość skutecznej penetracji w skórze (przy optymalnych parametrach): do około 3–5 mm;
- główne wskazania to terapia: teleangiektazji na skórze twarzy, zmian w postaci PWS, naczynek rubinowych, naczynek gwiazdzistych, jeziorek naczyniowych oraz teleangiektazji kończyn dolnych;
- parametry najczęściej wykorzystywane podczas zabiegów: czas trwania impulsu od 10 do 150 ms, gęstość energii do ponad 500 J/cm², średnica plamki do 15 mm, pulsy pojedyncze, możliwe powtórzenia przejścia. Podczas zabiegów stosowane jest chłodzenie zewnętrzne (w zależności od urządzenia);
- wady: bardziej skuteczne w obliteracji większych zmienionych chorobowo naczyń żylnych kończyn dolnych.

Lasery emitujące fale o długości 1064 nm (podczerwone):

- promieniowanie silnie absorbowane przez oksyhemoglobinę, słabiej przez melaninę, ze względu na słabszą absorpcję wymagane jest stosowanie wyższych gęstości energii podczas zabiegów;

may result in the persistence of hemosiderin deposits on lower limbs for up to several months.

Generators of intense light pulses emitting wavelengths in the range of 500–1200 nm:

- radiation strongly absorbed by oxyhemoglobin, but also by melanin – in the treatment of vascular lesions, because of the stronger absorption, it is required to use cut-off filters from 550 and from 570 nm [19];
- effective penetration depth in the skin (with optimal parameters): up to about 3–5 mm;
- the main indications are the therapy of: telangiectasias on the skin of the face and extensive erythema of the facial skin, vascular changes in the course of rosacea, PWS changes, superficial and narrow telangiectasias of lower limbs, poikiloderma of Civatte [20];
- parameters most often used during treatments: different pulse durations and pulse series delays, different densities, different spot diameters up to 4 cm, various pulse options – cooling depending on the type of device;
- disadvantages: severe pain during the procedure, risk of burns and discoloration at the treatment site (lower for devices with built-in cooling), no possibility to unify parameters of treatments on different devices, it is necessary to thoroughly know the instructions for use of the device and to actively observe changes in the skin during the procedure, large and bulky head.

- największa głębokość skutecznej penetracji w skórze ze wszystkich laserów naczyniowych (przy optymalnych parametrach): do około 3–5 mm;
- główne wskazania to terapia: zmian w postaci PWS o ciemnych, fioletowych odcieniach i z przerostem (duża skuteczność, ale większe ryzyko wystąpienia zanikowych blizn niż dla PDL i 532 nm o dużej plamce), większych teleangiektazji kończyn dolnych, naczynek wczesnodziecięcych, malformacji naczyniowych żylnych, ziarninaków zapalnych, naczynek rubinowych, naczynek gwiazdzystych, jezierek żylnych;
- parametry najczęściej wykorzystywane podczas zabiegów: czas trwania impulsu od 3 do 300 ms (mikrosekundowe urządzenia generują pulsy 0,3 ms), gęstość energii do ponad 600 J/cm², średnica plamki do ponad 18 mm, różne opcje impulsów, możliwe ciągi impulsów, możliwe powtórzenia przejścia dla wybranych wskazań i parametrów (należy unikać na kończynach dolnych i w kącie nosa) [18]. Podczas zabiegów stosowane jest chłodzenie dynamiczne;
- wady: silne dolegliwości bólowe podczas zabiegu (zmniejsza je stosowanie chłodzenia), ryzyko oparzeń i bliznowacenia – istotna jest gruntowna znajomość instrukcji obsługi danego urządzenia. Wynacynienia przy usuwaniu dużych wenektazji mogące skutkować utrzymywaniem się złogów hemosyderyny w skórze kończyn dolnych nawet przez kilka miesięcy.

Generatory intensywnych pulsów światła emitujące fale o długościach w zakresie 500–1200 nm:

- promieniowanie silnie absorbowane przez oksyhemoglobinę, ale również melaninę, w przypadku terapii zmian naczyniowych ze względu na silniejszą absorpcję wymagane jest stosowanie filtrów odcinających od 550 nm i od 570 nm [19];
- głębokość skutecznej penetracji w skórze (przy optymalnych parametrach): do około 3–5 mm;
- główne wskazania to terapia: teleangiektazji na skórze twarzy i rozległego rumienia skóry twarzy, zmian naczyniowych w przebiegu trądziku różowatego, zmian w postaci PWS, powierzchownych i wąskich teleangiektazji kończyn dolnych, poikilodermii Civatte'a [20];
- parametry najczęściej wykorzystywane podczas zabiegów: różne czasy trwania impulsu i opóźnienia serii impulsów, różne gęstości, różne średnice plamki do nawet 4 cm, różne opcje impulsów – chłodzenie zależne od rodzaju urządzenia;
- wady: silne dolegliwości bólowe podczas zabiegu, ryzyko oparzeń i odbarwień w miejscu zabiegu (mniej dla urządzeń z wbudowanym chłodzeniem), brak możliwości ujednoczenia parametrów zabiegów w różnych urządzeniach, konieczna jest gruntowna znajomość instrukcji obsługi danego

LASER TREATMENT OF THE MOST COMMON VASCULAR CHANGES

Skin telangiectasia

Skin telangiectasia is one of the most common causes of health problems on the skin of the face [21]. Vascular lesions of this type can be linear, tree-like, star-shaped, spider naevi, follicular and punctual. Linear and tree-shaped telangiectasias with a diameter of 0.1 to 1.0 mm, resulting from the widening of arterioles or veins, most often occur on the nasal wings, cheeks and chin. Effective methods of therapy of this type of lesions include: electrocoagulation, lasers and generators of intense pulses of light, of which the use of the last two methods is the most effective and carries a low risk of complications. The devices of choice used in the treatment of this type of lesions are devices generating wavelengths of 532 nm and 595 nm and IPL [22–26]. In the case of ineffectiveness or high phototype (IV–VI), devices generating longer wavelengths, i.e., 940 nm, 980 nm and 1064 nm are recommended [27–33]. However, the use of devices generating longer waves is associated with a higher risk of complications.

The choice of device parameters and the wavelength used depends on the diameter of the vessels

being treated - devices generating 532 nm, 595 nm and IPL waves are used in the treatment of superficial vessels of smaller diameter and diffuse erythema, while devices generating longer waves are used in the treatment of larger diameter and deeper located vessels.

In order to improve comfort during the treatment and minimize the risk of burns, it is recommended to cool the surface of the epidermis – it is especially recommended during treatments using shorter wavelengths. Clear hydrogels or built-in contact or spacer cooling devices can be used for cooling. When using contact devices and a hydrogel, adequate cooling is obtained without loss of energy, generating too much pressure should be avoided, as it can empty blood vessels and significantly reduce effectiveness of treatments. With the use of optimal parameters, an effective reduction of 50% to 90% of vascular lesions during 1–3 treatment sessions can be achieved.

Acne rosacea

Affected patients often complain of paroxysmal and/or permanent facial erythema. Therapy of vascular lesions in the course of rosacea leads to a reduction in the inflammatory process and the severity of lesions. Unfortunately, superficial telangiectasias devoid of smooth muscle are not amenable to classic local therapy and require the use of lasers and generators of intense light pulses [34–38].

Diffuse erythema and telangiectasias in the course of rosacea are effectively treated with lasers with a wavelength of 532 nm, 595 nm and generators of intense light pulses using appropriate 560 nm filters [39–45]. Lower filters for IPL are only possible for selected devices using in-built cooling and for patients with fair skin to avoid skin burns.

Spider naevi

Spider naevi are vascular lesions characterized by a central “supplying” vessel and a network of small vessels extending from it. These types of lesions are most often treated with lasers using 1064 nm and 532 nm wavelengths. Often, however, the treatment needs to be repeated in order to completely remove the lesion. After the treatment, a point burn of the epidermis occurs at the site of the “supplying” vessel, which usually heals without leaving a scar.

Venous lakes

Venous lakes are lesions resulting from dilation of small venous vessels within the dermis [46]. Their development is stimulated by intense sunlight and sun damage, as well as microtrauma. Chronic solar damage, disturbing the inner membrane and elastic fibers of vessels, can lead to enlargement of superficial ve-

urządzenia oraz aktywna obserwacja zmian na skórze podczas trwania zabiegów, duża i nieergonomiczna głowica.

LECZENIE LASEROWE NAJCZĘSTSZYCH ZMIAN NACZYNIOWYCH

Teleangiektazje skóry

Teleangiektazje skóry należą do najczęstszych nieprawidłowości na skórze twarzy [21]. Tego typu zmiany naczyniowe mogą być linijne, drzewkowate, gwiazdziste, grudkowe, punktowe, mieć postać pajęczek naczyniowych. Teleangiektazje linijne i drzewkowate o średnicy od 0,1 do 1,0 mm będące efektem poszerzenia tętniczek lub żyłek najczęściej występują na skrzydełkach nosa, policzkach i brodzie. Do skutecznych metod terapii tego typu zmian zalicza się: elektrokoagulację, laseroterapię oraz generatory intensywnych pulsów światła. Wykorzystanie dwóch ostatnich metod jest skuteczne i obciążone niewielkim ryzykiem wystąpienia powikłań. Urządzeniami z wyboru stosowanymi w terapii tego typu zmian są urządzenia generujące fale o długości 532 nm oraz 595 nm i IPL [22–26]. W przypadku braku skuteczności lub wysokiego fototypu (IV–VI) zaleca się stosowanie urządzeń generujących dłuższe fale, tj. 940 nm, 980 nm oraz 1064 nm, jednak wykorzystanie urządzeń generujących dłuższe fale wiąże się z większym ryzykiem wystąpienia powikłań [27–33].

Dobór parametrów urządzenia i długości zastosowanej fali zależy od średnicy leczonych naczyń – urządzenia generujące fale 532 nm, 595 nm i IPL znajdują zastosowanie w terapii powierzchownie leżących naczyń o mniejszej średnicy i rozlanego rumienia, natomiast urządzenia generujące dłuższe fale stosuje się w leczeniu naczyń o większej średnicy i położonych głębiej.

W celu poprawy komfortu podczas zabiegu i zminimalizowania ryzyka powstawania oparzeń zaleca się stosowanie chłodzenia powierzchni naskórka – jest to szczególnie zalecane podczas zabiegów wykonywanych z wykorzystaniem krótszych długości fal. Do chłodzenia mogą być wykorzystane przejrzyste hydrożele albo wbudowane urządzenia chłodzące kontaktowe lub dystansowe. W przypadku stosowania urządzeń kontaktowych i hydrożelu uzyskuje się odpowiednie chłodzenie bez utraty energii, ale należy unikać generowania zbyt silnego nacisku, który może spowodować opróżnienie naczyń z krwi i znacząco zmniejszyć efektywność zabiegów. Przy zastosowaniu optymalnych parametrów można uzyskać skuteczną redukcję od 50% do 90% zmian naczyniowych podczas 1–3 sesji zabiegowych.

nous structures. The literature describes many methods of therapy of this type of lesions: surgical removal, cryotherapy, electrocoagulation, but the most effective method with minimal side effects is laser therapy with a wavelength of 1064 nm and ablation with CO₂ lasers with a wavelength of 10600 nm [47, 48].

Cherry hemangiomas

Cherry hemangiomas are common benign outgrowths of capillaries in aging skin. Lesions of this type can be treated with electrocoagulation, but most effectively and without significant side effects they are treated with lasers generating wavelengths of 532 nm, 595 nm or 1064 nm. Although the 1064 nm wave therapy usually requires a single treatment, patients often choose repeated treatments with shorter waves due to the lower pain symptoms [49, 50].

Poikiloderma of Civatte

Poikiloderma of Civatte is characterized by atrophy, changed color or discoloration of the skin dependent on exposure to sunlight, and by dilation of the skin vessels (telangiectasia). Clinically it manifests itself as red-brown spots with atrophy located symmetrically on the side surfaces of the neck and, less frequently, cheeks. In the therapy of this type of lesions, lasers generating wavelengths of 532 nm or 595 nm and generators of intense light pulses with the use of appropriate filters are used [23, 51–54]. Repetition of 2 to 3 treatments should be sufficient to obtain good clinical results.

Pyogenic granulomas

Pyogenic granulomas are benign neoplasms that originate in capillaries. These lesions are easily damaged and bleed even after minor injuries, may ulcerate, and are common in children [55]. These types of lesions can be treated locally by using, for example, silver nitrate, phenol or imiquimod, cryotherapy, electrosurgery or surgical excision. The most effective method is to perform one electrosurgery or coagulation with a CO₂ laser. In both cases, the risk of scarring is similar. However, smaller lesions can be effectively treated with the use of lasers with a wavelength of 1064 nm or 595 nm, and such therapy requires 2 to 6 treatment sessions [56–58].

Legs telangiectasia and reticular varicose veins

Telangiectasia and reticular varicose veins of lower extremities are dilatations of vessels in lower extremities, which is much more challenging than obliteration of vessels in the facial skin. This is because of several reasons: different anatomy of these vessels and their diameter, depth of their location, high blood flow rate and coexistence of other diseases resulting

Trądzik różowaty

W przebiegu trądziku różowatego często obserwuje się na napadowy i/lub utrwalony rumień skóry twarzy. Terapia zmian naczyniowych w przebiegu trądziku różowatego prowadzi do zmniejszenia procesu zapalnego i redukcji nasilenia zmian chorobowych. Niestety, powierzchowne teleangiektazje pozbawione mięśniówki gładkiej nie poddają się klasycznej terapii miejscowej i wymagają zastosowania laserów i generatorów intensywnych pulsów światła [34–38].

Rozlany rumień i teleangiektazje w przebiegu trądziku różowatego efektywnie poddają się terapii laserami o długości fal 532 nm, 595 nm oraz generatorami intensywnych pulsów światła przy zastosowaniu odpowiednich filtrów 560 nm [39–45]. Niższe filtry dla IPL są możliwe jedynie dla wybranych urządzeń przy zastosowaniu wbudowanego chłodzenia (aby nie doszło do poparzenia naskórka) i u pacjentów z niskimi fototypami.

Naczyniaki gwiaździste

Naczyniaki gwiaździste to zmiany naczyniowe charakteryzujące się środkowym naczyniem „odżywczym” i odchodzącą od niego siecią drobnych naczyń. Najczęściej zmiany tego typu poddają się terapii laserami wykorzystującymi fale 1064 nm i 532 nm. Często jednak zabiegi wymagają powtórzenia w celu całkowitego usunięcia zmiany. Po zabiegu w miejscu naczyń „odżywczych” powstaje punktowe oparzenie naskórka, które przeważnie goi się bez pozostawienia blizny.

Jeziorka żylne

Jeziorka żylne są zmianami będącymi wynikiem poszerzenia drobnych naczyń żylnych w obrębie skóry właściwej [46]. Ich rozwój jest pobudzany przez intensywne nasłonecznienie i uszkodzenie posłoneczne, a także mikrourazy. Przewlekłe uszkodzenie posłoneczne, naruszając błonę wewnętrzną i włókna sprężyste naczyń, może prowadzić do powiększenia powierzchniowych struktur żylnych. W piśmiennictwie opisywanych jest wiele metod terapii tego typu zmian: chirurgiczne usunięcie, krioterapia, elektrokoagulacja, jednak najbardziej efektywną metodą z minimalnymi efektami ubocznymi jest terapia laserami o falach długości 1064 nm oraz ablacja laserami CO₂ o długości fali 10600 nm [47, 48].

Naczyniaki rubinowe

Naczyniaki rubinowe są często występującymi łagodnymi rozrostami naczyń włosowatych powstającymi w starzejącej się skórze. Zmiany tego typu mogą być leczone elektrokoagulacją, jednak najskuteczniej

in altered superficial vessels. Therefore, selecting one suitable effective wavelength for optimal clinical outcomes can be a problem. In the case of coexistence of features of chronic venous disease, it is recommended to perform sclerotherapy earlier, and only after the improvement of the clinical condition – obliteration of smaller superficial vessels [59]. In the case of vessels with a smaller diameter < 1 mm and lying superficially, the use of lasers using shorter wavelengths (532 nm, 595 nm) or 1064 nm (with a shorter time than for deeper vessels 10–30 ms) is effective, while in the case of vessels with larger diameter and located deeper it is recommended to use longer wavelength generators (i.e. 940 nm, 1064 nm) with larger pulse areas (spots from 3 to 8 mm), longer pulse duration (depending on other settings, from 30–140 ms) and very high energy densities in the range 90–600 J/cm² [8, 10, 33, 46, 60–67]. These wavelengths not only allow for effective, deeper penetration into tissues, but can also be used in people with higher skin phototypes due to their lower absorption by melanin. Thanks to the use of additional distance or contact cooling during treatments, pain relief and effective reduction of the risk of skin burns during treatments are achieved. Due to the lack of appropriate studies and a very high risk of complications within the tissues surrounding vessels, it is not recommended to use IPL devices in the treatment of vascular lesions in lower extremities.

Vascular malformations

The most common capillary malformation is portwine stain (PWS), occurring in approximately 0.3–0.5% of newborns and persisting throughout life in some patients [68]. In time these lesions may become hypertrophic [69, 70]. In the treatment of this type of lesions, the most effective are lasers emitting the wavelength of 595 nm, although recent studies show the high effectiveness of 532 nm lasers with a large spot in the population of patients with phototypes from I–III [5, 13, 71–73]. When treating this type of lesions, one should take into account the necessity to perform about 7–10 treatment sessions with the interval between treatments reduced to 2–4 weeks for PDL treatments and a slightly longer time for 532 nm lasers. Unfortunately, despite this, a complete reduction of lesions is rarely achieved, and about 20% of them show resistance to further therapy. Early initiation of laser therapy of these lesions in children – due to the smaller diameter of vessels and their more superficial location – allows for better final clinical results, and even complete removal [74, 75]. There are also reports of possible revascularization of lesions previously obliterated with lasers [76]. In the case of superficial and planar lesions, devices emitting wavelengths of 585 nm and 595 nm are the most effective,

i bez znacznych działań ubocznych są one leczone laserami generującymi fale o długościach 532 nm, 595 nm lub 1064 nm. Mimo iż terapia falami 1064 nm wymaga zazwyczaj 1 zabiegu, pacjenci często wybierają powtarzane zabiegi krótszymi falami ze względu na mniejsze dolegliwości bólowe [49, 50].

Poikiloderma Civatte’a

Poikiloderma Civatte’a charakteryzuje się zależnymi od ekspozycji na działanie promieniowania słonecznego zmianami zanikowymi, przebarwieniami lub odbarwieniami oraz poszerzeniem naczyń (teleangiektazje). Klinicznie manifestuje się czerwono-brunatnymi plamami z atrofią, zlokalizowanymi symetrycznie na bocznych powierzchniach szyi oraz rzadziej policzków. W terapii wykorzystywane są lasery generujące fale długości 532 nm lub 595 nm i generatory intensywnych pulsów światła przy zastosowaniu odpowiednich filtrów [23, 51–54]. Powtórzenie od 2 do 3 zabiegów powinno być wystarczające do uzyskania dobrych efektów klinicznych.

Ziarniniaki naczyniowe

Ziarniniaki naczyniowe są łagodnymi nowotworami wywodzącymi się z naczyń krwionośnych włosowatych. Zmiany te ulegają łatwemu uszkodzeniu i krwawią nawet po niewielkich urazach, mogą ulegać owrzodzeniu, często występują u dzieci [55]. Zmiany mogą być leczone azotanem srebra, fenolem, imikwimodem, krioterapią, elektrochirurgią czy wycięciem chirurgicznym. Najskuteczniejszą metodą jest wykonanie jednego zabiegu elektrochirurgicznego lub zabiegu koagulacji laserem CO₂. W obu przypadkach ryzyko bliznowacenia jest podobne. Mniejsze zmiany mogą być jednak efektywnie leczone z wykorzystaniem laserów o długości fali 1064 nm lub 595 nm, co wymaga wykonania od 2 do 6 sesji zabiegowych [56–58].

Teleangiektazje i żylaki siatkowate kończyn dolnych

Teleangiektazje i żylaki siatkowate kończyn dolnych to rozszerzenia naczyń w obrębie kończyn dolnych, które stanowią znacznie większe wyzwanie terapeutyczne niż obliteracja naczyń w obrębie skóry twarzy. Wynika to z innej budowy anatomicznej tych naczyń i ich średnicy, głębokości położenia, dużej szybkości przepływu krwi oraz współistnienia innych schorzeń, których objawem są zmienione naczynia powierzchowne. Dlatego też dobór jednej odpowiedniej skutecznej długości fali zapewniającej optymalne wyniki kliniczne może być problemem. W przypadku współistnienia cech przewlekłej choroby żylniej zaleca się wcześniej wykonanie zabiegów skleroterapii, a dopiero po uzyskaniu poprawy stanu klinicznego

but in these cases lasers generating 532 nm (when working with larger spots) and generators of intense light pulses can also be effectively used [77, 78]. In the case of hypertrophic PWS lesions and lesions resistant to treatment with shorter wavelength lasers, it may be beneficial to use lasers generating wavelengths of 1064 nm, 940 nm and 755 nm or generators of intense light pulses with appropriate filters (cutting off shorter wavelengths), and in the case of hypertrophic dome-shaped nodules – CO₂ laser ablation [17, 79–83].

CONCLUSIONS

Treatments with the use of laser therapy are relatively safe for the patient, provided that they are performed by a qualified doctor who uses the appropriate type of laser depending on the indication. When performing treatments with lasers, it is very important to properly prepare the patient and to collect his/her medical history to avoid complications. The treatment of vascular lesions is a wide area of treatment in aesthetic dermatology and is associated with the need to make a correct diagnosis in order to select the appropriate therapeutic method. Properly selected treatment parameters allow obtaining the best therapeutic effect with a minimal risk of complications. The above work is the second part of the recommendation of the Polish Dermatological Society regarding the use of laser therapy in dermatology.

Note: The presented treatment parameters do not substitute a professional training, especially that they may differ between devices from different manufacturers and always must be adapted to a specific case.

ACKNOWLEDGMENTS

Acknowledgments for Rafał Bartkowiak, MD, Ph.D. of the „DERMED” Medical Center in Lodz and Monika Dźwigała, MD of the Teaching Department of Dermatology CMKP/CSK MSWiA.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

obliteracji mniejszych naczyń leżących powierzchownie [59]. W przypadku naczyń o mniejszej średnicy < 1 mm i leżących powierzchownie skuteczne jest zastosowanie laserów wykorzystujących krótsze fale (532 nm, 595 nm) lub 1064 nm (z krótszym czasem niż dla głębszych naczyń 10–30 ms), natomiast w przypadku naczyń o większej średnicy i położonych głębiej zaleca się wykorzystanie generatorów dłuższych fal (tj. 940 nm, 1064 nm) o większych powierzchniach impulsów (plamki od 3 do 8 mm), dłuższym czasie trwania impulsu (zależnie od innych ustawień od 30 do 140 ms) i bardzo wysokich gęstościach energii z zakresu 90–600 J/cm² [8, 10, 33, 46, 60–67]. Te długości fal pozwalają nie tylko na skuteczną, głębszą penetrację w tkanki, ale mogą być również wykorzystane u osób z wyższymi fototypami skóry ze względu na niższą absorpcję przez melaninę. Dzięki zastosowaniu dodatkowego chłodzenia dystansowego lub kontaktowego uzyskuje się zmniejszenie dolegliwości bólowych oraz skuteczne zmniejszenie ryzyka oparzeń skóry. Ze względu na brak odpowiednich badań oraz bardzo duże ryzyko wystąpienia powikłań w obrębie tkanek otaczających naczynia nie zaleca się stosowania urządzeń typu IPL w terapii zmian naczyniowych w obrębie kończyn dolnych.

Malformacje naczyniowe

Najczęstszą malformacją kapilarną jest *port-wine stain*, która występuje u około 0,3–0,5% noworodków i utrzymuje się przez całe życie u części chorych [68]; zmiany te po latach mogą ulegać przerostowi [69, 70]. W terapii najskuteczniejsze wydają się lasery emitujące fale o długości 595 nm, choć ostatnie badania pokazują wysoką skuteczność laserów 532 nm o dużej plamce u pacjentów z fototypami od I–III [5, 13, 71–73]. Podczas terapii tego typu zmian należy liczyć się z koniecznością wykonania około 7–10 sesji zabiegowych ze skróceniem czasu pomiędzy zabiegami do 2–4 tygodni dla zabiegów PDL i nieco dłuższym czasie dla laserów 532 nm. Niestety, mimo to bardzo rzadko udaje się uzyskać całkowitą redukcję zmian, a około 20% z nich wykazuje oporność na dalszą terapię. Wczesne rozpoczęcie laseroterapii tych zmian u dzieci pozwala uzyskać lepsze ostateczne rezultaty kliniczne, a nawet całkowite usunięcie zmian ze względu na mniejszą średnicę naczyń i ich bardziej powierzchowne położenie [74, 75]. Pojawiają się również doniesienia o możliwej rewaskularyzacji wcześniej obliterowanych laserami zmian [76]. W przypadku zmian powierzchownych i płaskich najskuteczniejsze są urządzenia emitujące fale o długości 585 nm i 595 nm, jednak w tych przypadkach skutecznie można stosować również lasery generujące fale o długości 532 nm (przy pracy z większymi plamkami) oraz generatory intensywnych pulsów światła [77, 78]. W przypadku zmian PWS przerostowych oraz opornych na leczenie

krótszymi falami laserów korzystne może być zastosowanie laserów generujących fale długości 1064, 940 nm i 755 nm lub generatorów intensywnych pulsów światła z odpowiednimi filtrami (odcinającymi krótsze fale), a w przypadku przerosłych kopulastych guzków ablacja laserem CO₂ [17, 79–83].

PODSUMOWANIE

Zabiegi z wykorzystaniem laseroterapii charakteryzują się dobrym profilem bezpieczeństwa, pod warunkiem że wykonywane są przez wykwalifikowanego lekarza, który stosuje w zależności od wskazania, odpowiedni rodzaj lasera. Bardzo ważne w przypadku wykonywania zabiegów z wykorzystaniem laserów jest odpowiednie przygotowanie pacjenta oraz zebranie wywiadu lekarskiego. Leczenie zmian naczyniowych stanowi szeroki obszar zabiegowy w dermatologii estetycznej i wiąże się z koniecznością postawienia prawidłowej diagnozy w celu doboru właściwej metody terapeutycznej. Odpowiednio dobrane parametry zabiegowe pozwolą uzyskać najlepszy efekt terapeutyczny przy minimalnym ryzyku wystąpienia powikłań. Powyższa praca stanowi drugą część rekomendacji Polskiego Towarzystwa Dermatologicznego dotyczących zastosowania laseroterapii w dermatologii.

Uwaga: Przedstawione parametry zabiegowe nie zastępują szkolenia, szczególnie, że mogą się różnić pomiędzy urządzeniami różnych producentów i każdorazowo muszą być dostosowane do konkretnego przypadku.

PODZIĘKOWANIA

Podziękowania dla dr. n. med. Rafała Bartkowiaka z Centrum Medycznego „DERMED” w Łodzi oraz lek. Moniki Dźwigały z Kliniki Dermatologii CMKP/CSK MSWiA.

KONFLIKT INTERESÓW

Autorzy nie zgłaszają konfliktu interesów.

References

Piśmiennictwo

1. **Franck P., Henderson P.W., Rothaus K.O.:** Basics of lasers: history, physics, and clinical applications. *Clin Plast Surg* 2016, 43, 505-513.
2. **Alster T.S., Tanzi E.L.:** Combined 595-nm and 1,064-nm laser irradiation of recalcitrant and hypertrophic port-wine stains in children and adults. *Dermatol Surg* 2009, 35, 914-918.
3. **Karsai S., Roos S., Raulin C.:** Treatment of facial telangiectasia using a dual-wavelength laser system (595 and 1,064 nm): a randomized controlled trial with blinded response evaluation. *Dermatol Surg* 2008, 34, 702-708.
4. **Wollina U., Goldman A.:** The dual 980-nm and 1470-nm diode laser for vascular lesions. *Dermatol Ther* 2020, 33, e13558.
5. **Kwiek B., Ambroziak M., Osipowicz K., Kowalewski C., Rożalski M.:** Treatment of previously treated facial capillary malformations: results of single-center retrospective objective 3-dimensional analysis of the efficacy of large spot 532 nm lasers. *Dermatol Surg* 2018, 44, 803-813.
6. **Adrian R.M., Tanghetti E.A.:** Long pulse 532-nm laser treatment of facial telangiectasia. *Dermatol Surg* 1998, 24, 71-74.
7. **Bodendorf M.O., Grunewald S., Simon J.C., Paasch U.:** Efficacy and cosmetic results of contact gel cooling of the skin during non-ablative laser procedures. *J Dtsch Dermatol Ges* 2008, 6, 647-652.
8. **Buscher B.A., McMeekin T.O., Goodwin D.:** Treatment of leg telangiectasia by using a long-pulse dye laser at 595 nm with and without dynamic cooling device. *Lasers Surg Med* 2000, 27, 171-175.
9. **Alam M., Voravutinon N., Warycha M., Whiting D., Nodzenski M., Yoo S., et al.:** Comparative effectiveness of nonpurpuragenic 595-nm pulsed dye laser and microsecond 1064-nm neodymium:yttrium-aluminum-garnet laser for treatment of diffuse facial erythema: a double-blind randomized controlled trial. *J Am Acad Dermatol* 2013, 69, 438-443.
10. **Bernstein E.F.:** The new-generation, high-energy, 595 nm, long pulseduration, pulsed-dye laser effectively removes spider veins of the lower extremity. *Lasers Surg Med* 2007, 39, 218-224.
11. **Becher G.L., Cameron H., Moseley H.:** Treatment of superficial vascular lesions with the KTP532-nm laser: experience with 647 patients. *Lasers Med Sci* 2014, 29, 267-271.
12. **Clark C., Cameron H., Moseley H., Ferguson J., Ibbotson S.H.:** Treatment of superficial cutaneous vascular lesions: experience with the KTP 532 nm laser. *Lasers Med Sci* 2004, 19, 1-5.
13. **Kwiek B., Rożalski M., Kowalewski C., Ambroziak M.:** Retrospective single center study of the efficacy of large spot 532 nm laser for the treatment of facial capillary malformations in 44 patients with the use of three-dimensional image analysis. *Lasers Surg Med* 2017, 49, 743-749.
14. **Pence B., Aybey B., Ergenekon G.:** Outcomes of 532 nm frequency-doubled Nd:YAG laser use in the treatment of port-wine stains. *Dermatol Surg* 2005, 31, 509-517.
15. **Pikkula B.M., Chang D.W., Nelson J.S., Anvari B.:** Comparison of 585 and 595 nm laser-induced vascular response of normal in vivo human skin. *Lasers Surg Med* 2005, 36, 117-123.
16. **Bernstein E.F.:** The pulsed-dye laser for treatment of cutaneous conditions. *G Ital Dermatol Venereol* 2009, 144, 557-572.
17. **Izikon L., Nelson J.S., Anderson R.R.:** Treatment of hypertrophic and resistant port wine stain with 755 nm laser: a case series of 20 patients. *Lasers Surg Med* 2009, 41, 427-432.
18. **Schmults C.D., Phelps R., Goldberg D.J.:** Nonablative facial remodeling:erythema reduction and histologic evidence of new collagen formation using a 300-microsecond 1064-nm Nd:YAG laser. *Arch Dermatol* 2004, 140, 1373-1376.
19. **Schroeter C.A., Neumann H.A.:** An intense light source. The photoderm VL-flashlamp as a new treatment possibility for vascular skin lesions. *Dermatol Surg* 1998, 24, 743-748.
20. **Wat H., Wu D.C., Rao J., Goldman M.P.:** Application of intense pulsed light in the treatment of dermatologic disease: a systematic review. *Dermatol Surg* 2014, 40, 359-377.
21. **Bencini P.L., Tourlaki A., De Giorgi V., Galimberti M.:** Laser use for cutaneous vascular alterations of cosmetic interest. *Dermatol Ther* 2012, 25, 340-351.
22. **Bjerring P., Christiansen K., Troilius A.:** Intense pulsed light source for treatment of facial telangiectasias. *J Cosmetic Laser Ther* 2001, 3, 169-173.
23. **Campolmi P., Bonan P., Cannarozzo G., Bruscinò N., Troiano M., Prignano F., Lotti T.:** Intense pulsed light in the treatment of non-aesthetic facial and neck vascular lesions: report of 85 cases. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2011, 25, 68-73.
24. **Tanghetti E.A.:** Split-face randomized treatment of facial telangiectasia comparing pulsed dye laser and an intense pulsed light hand piece. *Lasers Surg Med* 2012, 44, 97-102.
25. **Uebelhoer N.S., Bogle M.A., Stewart B., Arndt K.A., Dover J.S.:** A split-face comparison study of pulsed 532-nm KTP laser and 595-nm pulsed dye laser in the treatment of facial telangiectasias and diffuse telangiectatic facial erythema. *Dermatol Surg* 2007, 33, 441-448.
26. **Waner M., Dinehart S.M., Wilson M.B., Flock S.T.:** A comparison of copper vapor and flashlamp pumped dye lasers in the treatment of facial telangiectasia. *J Dermatol Surg Oncol* 1993, 19, 992-998.
27. **Bevin A.A., Parlette E.C., Domankevitz Y., Ross E.V.:** Variable-pulse Nd:YAG laser in the treatment of facial telangiectasias. *Dermatol Surg* 2006, 32, 7-12.
28. **Carniol P.J., Price J., Olive A.:** Treatment of telangiectasias with the 532-nm and the 532/940-nm diode laser. *Facial Plast Surg* 2005, 21, 117-119.
29. **Dudelzak J., Hussain M., Goldberg D.J.:** Vascular-specific laser wavelength for the treatment of facial telangiectasias. *J Drugs Dermatol* 2009, 8, 227-229.
30. **Gambichler T., Avermaete A., Wilmert M., Altmeyer P., Hoffmann K.:** Generalized essential telangiectasia successfully treated with high-energy, long-pulse, frequency-doubled Nd:YAG laser. *Dermatol Surg* 2001, 27, 355-357.
31. **Ross E.V., Meehan K.J., Domankevitz Y., Trafeli J.P., Annandono J., Jacoby M.:** Use of a variable long-pulse alexandrite laser in the treatment of facial telangiectasia. *Dermatol Surg* 2010, 36, 470-474.

32. Tierney E., Hanke C.W.: Randomized controlled trial: comparative efficacy for the treatment of facial telangiectasias with 532 nm versus 940 nm diode laser. *Laser Surg Med* 2009, 41, 555-562.
33. West T.B., Alster T.S.: Comparison of the long-pulse dye (590–595 nm) and KTP (532 nm) lasers in the treatment of facial and leg telangiectasias. *Dermatol Surg* 1998, 24, 221-226.
34. Del Rosso J.Q.: Management of facial erythema of rosacea: what is the role of topical α -adrenergic receptor agonist therapy? *J Am Acad Dermatol* 2013, 69 (6 Suppl. 1): 44-56.
35. Nymann P., Hedelund L., Hædersdal M.: Long-pulsed dye laser vs. intense pulsed light for the treatment of facial telangiectasias: a randomized controlled trial. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2010, 24, 143-146.
36. Papageorgiou P., Clayton W., Norwood S., Chopra S., Rustin M.: Treatment of rosacea with intense pulsed light: significant improvement and long-lasting results. *Br J Dermatol* 2008, 159, 628-632.
37. Tan S.R., Tope W.D.: Pulsed dye laser treatment of rosacea improves erythema, symptomatology, and quality of life. *J Am Acad Dermatol* 2004, 51, 592-599.
38. van Zuuren E.J., Arents B.W.M., van der Linden M.M.D., Vermeulen S., Fedorowicz Z., Tan J.: Rosacea: new concepts in classification and treatment. *Am J Clin Dermatol* 2021, 22, 457-465.
39. Iyer S., Fitzpatrick R.E.: Long-pulsed dye laser treatment for facial telangiectasias and erythema: evaluation of a single purpuric pass versus multiple subpurpuric passes. *Dermatol Surg* 2005, 31, 898-903.
40. Kassir R., Kolluru A., Kassir M.: Intense pulsed light for the treatment of rosacea and telangiectasias. *J Cosmet Laser Ther* 2011, 13, 216-222.
41. Maxwell E.L., Ellis D.A., Manis H.: Acne rosacea: effectiveness of 532 nm laser on the cosmetic appearance of the skin. *J Otolaryngol Head Neck Surg* 2010, 39, 292-296.
42. Neuhaus I.M., Zane L.T., Tope W.D.: Comparative efficacy of nonpurpuragenic pulsed dye laser and intense pulsed light for erythematotelangiectatic rosacea. *Dermatol Surg* 2009, 35, 920-928.
43. Ross E.V., Uebelhoefer N.S., Domankevitz Y.: Use of a novel pulse dye laser for rapid single-pass purpura-free treatment of telangiectases. *Dermatol Surg* 2007, 33, 1466-1469.
44. Salem S.A., Fattah N., Tantawy S.M., El-Badawy N.M., Abd El-Aziz Y.A.: Neodymium-yttrium aluminum garnet laser versus pulsed dye laser in erythematotelangiectatic rosacea: comparison of clinical efficacy and effect on cutaneous substance (P) expression. *J Cosmet Dermatol* 2013, 12, 187-194.
45. Zhao L., You C., Chen H., Wang J., Cao J., Qi M., et al.: Retrospective study of factors affecting efficacy of therapy with dye pulsed light for erythematotelangiectatic rosacea. *Dermatol Ther* 2020, 10, 1273-1283.
46. Alcalay J., Sandbank M.: The ultrastructure of cutaneous venous lakes. *Int J Dermatol* 1987, 26, 645-646.
47. Bekhor P.S.: Long-pulsed Nd:YAG laser treatment of venous lakes: report of a series of 34 cases. *Dermatol Surg* 2006, 32, 1151-1154.
48. Burt D.: Noncontact venous lake treatment using a 980 nm diode laser. *J Laser Dent* 2008, 16, 126-129.
49. Buslach N., Foulad D.P., Saedi N., Mesinkovska N.A.: Treatment modalities for cherry angiomas: a systematic review. *Dermatol Surg* 2020, 46, 1691-1697.
50. Pancar G.S., Aydin F., Senturk N., Bek Y., Canturk M.T., Turanli A.Y.: Comparison of the 532-nmKTP and 1064-nm Nd:YAG lasers for the treatment of cherry angiomas. *J Cosmet Laser Ther* 2011, 13, 138-141.
51. Batta K., Hindson C., Cotterill J.A., Foulds I.S.: Treatment of poikiloderma of Civatte with the potassium titanyl phosphate (KTP) laser. *Br J Dermatol* 1999, 140, 1191-1192.
52. Bernstein E.F., Schomacker K., Paranjape A., Jones C.J.: Treatment of poikiloderma of Civatte using a redesigned pulsed dye laser with a 15 mm diameter treatment spot. *Lasers Surg Med* 2019, 51, 54-58.
53. Meijjs M.M., Blok F.A., de Rie M.A.: Treatment of poikiloderma of Civatte with the pulsed dye laser: a series of patients with severe depigmentation. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2006, 20, 1248-1251.
54. Rusciani A., Motta A., Fino P., Menichini G.: Treatment of poikiloderma of Civatte using intense pulsed light source: 7 years of experience. *Dermatol Surg* 2008, 34, 314-319.
55. Craig L.M., Alster T.S.: Vascular skin lesions in children: a review of laser surgical and medical treatments. *Dermatol Surg* 2013, 39, 1137-1146.
56. Hammes S., Kaiser K., Pohl L., Metelmann H.R., Enk A., Raulin C.: Pyogenic granuloma: treatment with the 1,064-nm long-pulsed neodymiumdoped yttrium aluminum garnet laser in 20 patients. *Dermatol Surg* 2012, 38, 918-923.
57. Lee J., Sinno H., Tahiri Y., Gilardino M.S.: Treatment options for cutaneous pyogenic granulomas: a review. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2011, 64, 1216-1220.
58. Pohl L., Karsai S., Raulin C.: Recurrent pyogenic granuloma: treatment at difficult anatomic sites with the long-pulsed Nd:YAG laser (1064 nm). *Hautarzt* 2011, 62, 46-50.
59. Meesters A.A., Pitassi L.H., Campos V., Wolkerstorfer A., Dierickx C.C.: Transcutaneous laser treatment of leg veins. *Lasers Med Sci* 2014, 29, 481-492.
60. Baumler W., Ulrich H., Hartl A., Landthaler M., Shafirstein G.: Optimal parameters for the treatment of leg veins using Nd:YAG lasers at 1064 nm. *Br J Dermatol* 2006, 155, 364-371.
61. Bernstein E.F., Noyaner-Turley A., Renton B.: Treatment of spider veins of the lower extremity with a novel 532 nm KTP laser. *Lasers Surg Med* 2014, 46, 81-88.
62. Fournier N., Brisot D., Mordon S.: Treatment of leg telangiectases with a 532 nm KTP laser in multipulse mode. *Dermatol Surg* 2002, 28, 564-571.
63. Gold M.H., Biron J., Sensing W.: Evaluation of a new diode laser for the treatment of lower extremity leg veins. *J Cosmet Dermatol* 2019, 18, 773-777.
64. Munia M.A., Wolosker N., Munia C.G., Chao W.S., Puech-Leao P.: Comparison of laser versus sclerotherapy in the treatment of lower extremity telangiectasias: a prospective study. *Dermatol Surg* 2012, 38, 635-639.

65. Ozden M.G., Bahcivan M., Aydin F., Senturk N., Bek Y., Canturk T.: Clinical comparison of potassium-titanyl-phosphate (KTP) versus neodymium: YAG (Nd:YAG) laser treatment for lower extremity telangiectases. *J Dermatolog Treat* 2011, 22, 162-166.
66. Trelles M.A., Allones I., Martín-Vázquez M.J., Trelles O., Vélez M., Mordon S.: Long pulse Nd:YAG laser for treatment of leg veins in 40 patients with assessments at 6 and 12 months. *Lasers Surg Med* 2004, 35, 68-76.
67. Woo W.K., Jasim Z.F., Handley J.M.: 532-nm Nd:YAG and 595-nm pulsed dye laser treatment of leg telangiectasia using ultralong pulse duration. *Dermatol Surg* 2003, 29, 1176-1180.
68. Updyke K.M., Khachemoune A.: Port-wine stains: a focused review on their management. *J Drugs Dermatol* 2017, 16, 1145-1151.
69. Kwiek B., Paluch Ł., Kowalewski C., Ambroziak M.: Facial hypertrophic port-wine stain treatment combining large spot 532 nm laser, high-intensity focused ultrasound and traction threads. *Dermatol Surg* 2020, 46, 988-990.
70. van Drooge A.M., Beek J.F., van der Veen J.P., van der Horst C.M., Wolkerstorfer A.: Hypertrophy in port-wine stains: prevalence and patient characteristics in a large patient cohort. *J Am Acad Dermatol* 2012, 67, 1214-1219.
71. Katugampola G.A., Lanigan S.W.: Five years' experience of treating port wine stains with the flashlamp-pumped pulsed dye laser. *Br J Dermatol* 1997, 137, 750-754.
72. Kwiek B., Sieczyk J., Rożański M., Kowalewski C., Ambroziak M.: Usefulness of three-dimensional digital image analysis for objective evaluation of the efficacy of non-facial port-wine stain treatment with large spot 532 nm laser. *Adv Dermatol Allergol* 2020, 37, 572-578.
73. Renfro L., Geronemus R.G.: Anatomical differences of portwine stains in response to treatment with the pulsed dye laser. *Arch Dermatol* 1993, 129, 182-188.
74. Chapas A.M., Eickhorst K., Geronemus R.G.: Efficacy of early treatment of facial portwine stains in newborns: a review of 49 cases. *Lasers Surg Med* 2007, 39, 563-568.
75. Jeon H., Bernstein L.J., Belkin D.A., Ghalili S., Geronemus R.G.: Pulsed dye laser treatment of port-wine stains in infancy without the need for general anesthesia. *JAMA Dermatol* 2019, 155, 435-441.
76. Michel S., Landthaler M., Hohenleutner U.: Recurrence of port-wine stains after treatment with the flashlamp-pumped pulsed dye laser. *Br J Dermatol* 2000, 143, 1230-1234.
77. Bjerring P., Christiansen K., Troilius A.: Intense pulsed light source for the treatment of dye laser resistant port-wine stains. *J Cosmetic Laser Ther* 2003, 5, 7-13.
78. Ho W.S., Ying S.Y., Chan P.C., Chan H.H.: Treatment of port wine stains with intense pulsed light: a prospective study. *Dermatol Surg* 2004, 30, 887-890.
79. Chen J.K., Ghasri P., Aguilar G.: An overview of clinical and experimental treatment modalities for port wine stains. *J Am Acad Dermatol* 2012, 67, 289-304.
80. Faurischou A., Olesen A.B., Leonardi-Bee J., Haedersdal M.: Lasers or light sources for treating port-wine stains. *Cochrane Database Syst Rev* 2011, 11, CD007152.
81. Faurischou A., Togsverd-Bo K., Zachariae C., Haedersdal M.: Pulsed dye laser vs. intense pulsed light for port-wine stains: a randomized side-by-side trial with blinded response evaluation. *Br J Dermatol* 2009, 160, 359-364.
82. van Drooge A.M., Bosveld B., van der Veen J.P., de Rie M.A., Wolkerstorfer A.: Long-pulsed 1064 nm Nd:YAG laser improves hypertrophic portwine stains. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2013, 27, 1381-1386.
83. Yang M.U., Yaroslavsky A.N., Farinelli W.A., Flotte T.J., Rius-Diaz F., Tsao S.S., et al.: Long-pulsed neodymium: yttrium-aluminum-garnet laser treatment for port-wine stains. *J Am Acad Dermatol* 2005, 52, 480-490.

Received: 20.07.2022

Accepted: 3.08.2022

Otrzymano: 20.07.2022 r.

Zaakceptowano: 3.08.2022 r.

How to cite this article

Kwiek B., Walecka I., Kaszuba A., Borzęcki A., Warszawik-Hendzel O., Ambroziak M., Lesiak A., Narbutt J., Owczarczyk-Saczonek A., Owczarek W., Pytrus B., Zegarska B., Rudnicka L.: Lasers in dermatology. Recommendations of the Polish Dermatological Society. Part II. Treatment of vascular lesions. *Dermatol Rev/Przegl Dermatol* 2022, 109, 165-184.
DOI: <https://doi.org/10.5114/dr.2022.120176>.