



Lek. med. Marcin Ambroziak,
współwłaściciel Kliniki Ambroziak w Warszawie

Lek. med. Michał Rożański,
Klinika Ambroziak w Warszawie

Laser neodymowo-iterowo- -glinowo-granatowy 1064 nm w usuwaniu zmian naczyniowych

Zmiany naczyniowe są jednymi z najczęstszych wskazań do zastosowania laserów w dermatologii. Laserami możemy leczyć różne zmiany – od rozległych malformacji naczyniowych do niewielkich teleangiektazji.

Wykorzystywanym chromatoforem do wylapywania energii świetlnej w zmianach naczyniowych jest oksyhemoglobina. Piki absorpcji światła przez ten chromator obejmują najbardziej pochłanianą długość fali – 418 nm, następnie 542 i 577 nm i mniej pochłaniany zakres długości, ale również ważny – 800-1100 nm. Pomimo że największa absorpcja światła występuje przy długości fali 418 nm, to niestety głębokość penetracji jest za płytka, żeby lasery emitujące odpowiednią długość znalazły zastosowanie w terapii zmian naczyniowych. Za to generatory IPL (generator intensywnego światła pulsacyjnego) emitujące niespójne, poli-

chromatyczne światło o długości fali 420-1400 nm, lasery PDL (pulsacyjny laser barwnikowy) – 595 nm, KTP (potasowo-tytanowo-fosforanowy) – 532 nm oraz laser Nd:YAG (neodymowo-iterowo-glinowo-granatowy) emitujący długość fali 1064 nm są wykorzystywane w praktyce leczenia zmian naczyniowych z bardzo dobrym efektem. Mechanizm zamknięcia naczyń polega na pochłonięciu przez oksyhemoglobinę energii świetlnej wiązki lasera i przekształceniu jej w energię cieplną, co prowadzi do koagulacji naczyń i w efekcie powoduje zamknięcie naczyń.

Ważnym terminem w laseroterapii jest czas relaksacji termicznej. Jest to czas potrzebny

do schłodzenia o połowę podgrzanej tkanki (chromoforu) poprzez oddanie ciepła do tkanek ją otaczających. Prawidłowo dobrany czas trwania impulsu to warunek skuteczności oraz bezpieczeństwa zabiegu laserowego zamykania naczyń. Czas ten jest proporcjonalny do kwadratu średnicy elementu docelowego. Dlatego zamykając naczynia o małej średnicy, stosujemy krótsze impulsy. Trzeba dobrać odpowiedni czas impulsu laserowego do średnicy zamykanego naczynia, żeby nie doprowadzić do wytworzenia nadmiernej ilości ciepła, co zapobiegnie przechodzeniu energii cieplnej na otaczające tkanki i ich uszkodzeniu. Lasery o większej długości fali penetrują głębiej w skórę, co przekłada się na zamknięcie głębiej leżących naczyń^[1].

Idealnym laserem do usuwania zmian naczyniowych byłby taki, którego fala świetlna byłaby pochłaniana tylko przez chromatofor, którym w przypadku naczyń jest hemoglobina. Energia wytwarzana przez laser niszczyłaby tylko naczynie, oszczędzając otaczającą tkankę, a głębokość wnikania fali lasera byłaby odpowiednia do głębokości naczynia. Laser idealny uzyskałby wysoką skuteczność i wybiórczość działania, co doprowadziłoby do zmniejszenia liczby zabiegów, zmniejszenia bolesności i występowania mniejszej ilości działań niepożądanych. Żaden obecny na rynku laser nie jest idealny. Jednak postęp, jaki się dokonał w ostatnich latach w leczeniu zmian naczyniowych, jest zawrotny.

Laser Nd:YAG emituje falę o długości 1064 nm. Głębokość, na jaką może przeniknąć fala lasera wynosi 4-6 mm, co jest jego zaletą w leczeniu głębszych i większych zmian naczyniowych. Stosowanie tego typu laserów może się wiązać z większym ryzykiem bliznowacenia. Pomimo tego, że wiązka laserowa Nd:YAG 1064 nm jest mniej pochłaniana przez oksyhemoglobinę niż wiązka laserów o krótkiej długości fali, to i tak jej pochłanianie przez oksyhemoglobinę jest dziesięć razy większe niż wody^[2].

Zabiegi z zastosowaniem laserów o długiej fali, jakim jest laser Nd:YAG 1064 nm, wiąże się z większym pochłanianiem energii przez wodę w tkance, co niesie za sobą większą bolesność zabiegu. Dużą korzyścią przy stosowaniu lasera Nd:YAG jest jego zmniejszone pochłanianie przez melaninę w porównaniu z laserami o mniejszej długości fali. Dlatego laser ten jest dobrą alternatywą dla osób o ciemniejszej karnacji lub z niewielkiego stopnia opalenizną, dodatkowo powoduje zmniejszenie powikłań, jakimi są przebarwienia.

Wykonując zabieg laserem Nd:YAG 1064 nm powinno być widoczne zamknięcie naczynia. Jeżeli pojawiają się wybroczyny, może to oznaczać zastosowanie zbyt wysokiej energii, co może doprowadzić do bliznowacenia. Natomiast przy stosowaniu takich laserów jak PDL czy KTP, efektem końcowym jest pojawienie się wybroczyn. Stosując laser Nd:YAG, należy zwrócić uwagę na skórę w miejscu wykonania impulsu, czy nie przybiera białoszarego zabarwienia. Prawdopodobnie oznacza to, że została użyta zbyt duża energia, co mogło spowodować powstanie pęcherza, strupa lub bliznowacenia.

Stosowanie lasera Nd:YAG 1064 nm jest dość bolesne. W celu uzyskania głębokiej penetracji wiązki lasera potrzebne jest dostarczanie energii o większej sile, co wiąże się z możliwością większego uszkodzenia tkanek otaczających naczynie. Mając do czynienia z powierzchownym naczyniem, dobieramy mniejszą wiązkę lasera, jednak im naczynie leży głębiej, tym bardziej trzeba zwiększać rozmiar wiązki w celu głębszej jej penetracji. Jeżeli mamy naczynie o większej średnicy, to używając lasera Nd:YAG 1064 nm, musimy zastosować mniejszą gęstość energii na cm² niż przy naczyniach o mniejszej średnicy. Dłuższy czas trwania impulsu stosujemy przy większej średnicy naczynia^[1,5].

Ciekawa koncepcja mająca zwiększyć skuteczność laseroterapii zmian naczyniowych

polega na podgrzaniu hemoglobiny do ok. 70°C, aby doprowadzić do powstania większej ilości methemoglobiny. Methemoglobina ma 13 razy większą absorpcję fali 1064 nm od dezyksyhemoglobiny i o 3 razy – od oksyhemoglobiny. W takim wypadku korzyść przyniosłoby zastosowanie serii impulsów początkowo krótszą falą w celu podgrzania hemoglobiny i następnie zastosowanie lasera Nd:YAG 1064 nm. Miałoby to na celu zwiększenie skuteczności zabiegu i zmniejszenie objawów niepożądanych, jak bolesność w trakcie zabiegu i uszkodzenie tkanki otaczającej, dzięki zastosowaniu mniejszej energii lasera Nd:YAG^[1,2].

Badania pokazują, że 80% głębokich zmian żylnych, takich jak naczyńniaki, malformacje naczyńniowe, teleangiektazje, naczynia żylne twarzy i kończyn dolnych wskazują 50-procentowy lub wyższy stopień wchłonięcia już po jednej terapii laserem Nd:YAG^[3]. W innym badaniu stwierdzono większe rozjaśnienie przerosłych malformacji kapilarnych po zastosowaniu lasera Nd:YAG w porównaniu z laserem PDL^[4].

Do terapii laserem Nd:YAG można zaliczyć wiele zastosowań. Jednym z nich są naczyńniaki krwionośne. Ponieważ w większości mają one tendencję do samoistnego zanikania, większość dermatologów zaleca obserwację zmiany. Leczyć należy zmiany, które powodują upośledzenie drożności dróg oddechowych, upośledzenie widzenia, zwężenie przestrzeni jamy ustnej, upośledzenie słuchu bądź zmiany krwawiące i na których pojawiają się owrzodzenia. Wczesne podjęcie leczenia może wpłynąć na zmniejszenie wzrostu i uzyskanie mniejszego rozmiaru ostatecznego. Ważne jest również podjęcie decyzji o leczeniu w przypadku umiejscowienia naczyńniaka w miejscu istotnym kosmetycznie bądź w miejscu narażonym na urazy. Należy pamiętać, że ustępujące naczyńniaki krwionośne często powodują bliznowacenia, co może mieć również negatywnie istotny efekt kosmetyczny. Zazwyczaj potrzeba kilku zabiegów w celu uzyskania zmniejszenia lub ustąpienia zmian.

Malformacje kapilarne (*port wine stain*) we wczesnym okresie są płaskie i mają niewielką grubość. W tym okresie czasie zastosować takie lasery jak KTP i PDL ze względu na wystarczającą głębokość ich działania. Jednak z czasem malformacje kapilarne się poszerzają, dochodzi do zwiększenia ich grubości, a na powierzchni pojawiają się guzki. Zmiany te można skutecznie usunąć przy pomocy lasera Nd:YAG. W płaskich, opornych malformacjach kapilarnych również można zastosować laser Nd:YAG, jednak zawsze pamiętając o możliwości powstania bliznowacenia^[6].

Leczenie malformacji żylnych polega głównie na wycięciu chirurgicznym i skleroterapii. Jednak leczenie to jest obciążone dużym odsetkiem objawów niepożądanych. Nawet mimo leczenia obserwujemy dużą nawrotność tych zmian. Leczenie malformacji żylnych powinno polegać na łączeniu chirurgii, skleroterapii i laseroterapii Nd:YAG. Laser Nd:YAG może leczyć najbardziej powierzchowne zmiany w malformacjach żylnych. Zastosowanie jego może spowodować zmniejszenie prześwitywania przez skórę naczyń żylnych. Dodatkowo wykorzystanie lasera przed skleroterapią powoduje zamknięcie powierzchownych naczyń malformacji naczyńniowej i powstanie w tym miejscu zwłóknienia, dzięki czemu po zastosowaniu skleroterapii występuje mniej działań niepożądanych, takich jak owrzodzenia na powierzchni malformacji. Kolejną korzyścią z zastosowania lasera Nd:YAG przed zabiegiem chirurgicznym jest zmniejszenie zmiany i wytworzenie zwłóknienia w okolicy brzegu malformacji (powstanie włóknistej torebki), co prowadzi do łatwiejszego wypreparowania naczyń i mniejszego uszkodzenia otaczającej tkanki. U pacjentów mimo leczenia malformacja żylna z upływem czasu może się powiększać z powodu ciągłego działania ciśnienia hydrostatycznego wewnątrz zmiany. W takim przypadku, jeżeli zmiana jest jeszcze małych rozmiarów, można z dobrym skutkiem zastosować laser Nd:YAG. Terapia laserowa malformacji żylnych

nych jest zawsze alternatywą dla innych form leczenia w razie przeciwwskazań do ich wykonywania. W większości malformacji żylnych potrzeba kilku serii laseroterapii^[7].

Kolejnym wskazaniem do zastosowania lasera Nd:YAG ze względów kosmetycznych mogą być siateczkowate, prześwitujące naczynia żyłne okolicy oczodołów, czoła i skroni. Zawsze należy uważać na zastosowanie zbyt dużej energii, szczególnie w okolicy skóry oczodołów, ponieważ może to doprowadzić do bliznowacenia. Bardzo dobre efekty można uzyskać, lecząc laserem Nd:YAG naczyniaki rubinowe (*cherry angioma*) czy jeziorka żyłne. Przy leczeniu tych zmian należy pamiętać o częstym powstawaniu strupów. W większości przypadków wystarczy od jednego do dwóch zabiegów^[1].

Teleangiektazje o większych rozmiarach (powyżej 0,5 mm) bardzo dobrze reagują na leczenie laserem Nd:YAG. Zamykając teleangiektazje, zaczynamy od odcinka dystalnego. Przy zaczynaniu od odcinka proksymalnego zamykamy dopływ krwinek, co prowadzi do zmniejszenia ilości chromatoforu. Zawsze należy pamiętać, że naczynia okolicy skrzydełek nosa są bardziej odporne na leczenie i często nawracają^[1].

Laser Nd:YAG 1064 nm jest bardzo dobrą formą leczenia naczyń żylnych kończyn dolnych ze względu na głęboką penetrację i skuteczność w zamykaniu nawet dużych rozmiarów naczyń zlokalizowanych w środkowych warstwach skóry właściwej. Dodatkowo niewielkie pochłanianie fali lasera przez melaninę zmniejsza możliwość poparzenia naskórka nawet u pacjentów z ciemniejszym kolorem skóry. Jeżeli chodzi o terapie laserowe, laser Nd:YAG jest metodą z wyboru w leczeniu naczyń żylnych kończyn dolnych. Należy pamiętać o podstawowej metodzie leczenia wenulektazji i teleangiektazji, jaką jest skleroterapia. Jeżeli nie mamy niewydolności żyłnej i po wykonanej skleroterapii widoczne są teleangiektazje, wenulektazje bądź żyły siateczkowate, możemy zastosować laseroterapię

Nd:YAG. W wielu przypadkach naczynia są na tyle małe, że skleroterapia nie jest odpowiednią metodą ze względów technicznych. Większość badań wskazuje na wyższość skleroterapii w leczeniu zmian żylnych kończyn dolnych w porównaniu z laseroterapią, jednak laseroterapia jest możliwością terapeutyczną dla pacjentów bojących się igieł bądź uczulonych na substancję sklerotyzującą, choć należy stwierdzić, że laseroterapia naczyń na kończynach jest bardziej bolesna od skleroterapii.

Zgodnie z teorią fototermolizy czas trwania impulsu lasera w celu zamknięcia naczyń żylnych na kończynach dolnych waha się w granicach 1-50 ms, jeżeli dostarczymy zbyt dużej energii w krótkim czasie, doprowadzimy do pęknięcia naczyń. Wiąże się to z wynacynieniem krwi, powstaniem siniaków i odkładaniem się hemosyderyny w tkance, w efekcie może prowadzić do powstania długo utrzymujących się przebarwień. Laser Nd:YAG najlepiej działa na naczynia żyłne o średnicy 0,5-3 mm. Jednocześnie przejście wiązki tego lasera może zamknąć nawet do 75% naczyń o średnicy 0,5-3 mm. Laser ma znaczną przewagę nad laserami z krótszą falą w zamykaniu naczyń żylnych kończyn dolnych. Po zabiegu laseroterapii, tak samo jak po skleroterapii, wymagane jest stosowanie ucisku przez 2 tygodnie po zabiegu^[1,8-10].

Niewielkie zastosowanie lasera Nd:YAG z powodu jego mniejszej efektywności w porównaniu z laserami o mniejszej długości fali znajdziemy w terapii rumienia twarzy, nie dużego rozmiaru teleangiektazji twarzy czy poikilodermii Civatte'a. Laser Nd:YAG nie jest laserem, który powinien być stosowany jako laser z wyboru w tego typu zmianach, ponieważ dostępne są lasery o krótszych falach, jak np. laser KTP, PDL, które mają większą skuteczność i powodują mniejsze uszkodzenie otaczających tkanek^[11].

Laseroterapia malformacji tętniczo-żylnych ze względu na szybki przepływ w naczyniach nie znalazła zastosowania.

Zabieg laserem Nd:YAG nie wymaga znieczulenia. U wrażliwych pacjentów można wykonać znieczulenie powierzchowne w postaci znieczulających maści, daje to jednak słaby efekt znieczulający. Można również zastosować znieczulenie miejscowe lub przewodowe. Należy pamiętać, że znieczulenie miejscowe może doprowadzić do obkurczenia naczyń, nawet jeżeli nie zawierają adrenaliny, co ogranicza efektywność zabiegu ze względu na zmniejszenie ilości chromatoforu. Podczas wykonywania zabiegu nie nakładamy wiązek lasera w celu zminimalizowania możliwości bliznowacenia. Po zabiegu stosujemy okłady z lodu, żelu chłodzącego, aby złagodzić dolegliwości bólowe, pieczenie i obrzęk. Przy zamykaniu teleangiektazji okolicy skrzydełek nosa, gdzie występują trudności z odpowiednim przyłożeniem głowicy lasera, czy takich zmian jak naczyniaki rubinowe lub jeziora żyłne, może dojść do pojawienia się strupków. Przerwy między zabiegami nie powinny być krótsze niż 4 tygodnie, a jeżeli zamykane były większe naczynia, to należy odczekać 2-3 miesiące. U pacjentów z ciemniejszą karnacją zaleca się zachować 3-miesięczną przerwę między zabiegami w celu określenia, czy nie dochodzi do pojawiania się przebarwień w miejscu zabiegu^[1,2,8,11].

Dzięki wprowadzeniu systemów chłodzących skórę objawy niepożądane po zabiegu laserem Nd:YAG są rzadsze. Nieodłącznymi objawami związanymi z wykonaniem zabiegu jest ból w jego trakcie, rumień, obrzęk czy zmiany pokrzywkowe. Poza wyżej wymienionymi zmianami mogą pojawić się zmiany wybroczynowe, siniaki, przebarwienia pozapalne, pęcherze, strupki, blizny i bliznowacenie zanikowe pojawiające się przy agresywnym leczeniu. Bardzo rzadko może pojawić się przejściowa utrata włosów w miejscu zabiegu. Przy zamykaniu naczyń żylnych kończyn dolnych może dojść do odłożenia się

hemosyderyny w tkankach otaczających naczynia, co powoduje powstanie przebarwień utrzymujących się nawet kilka miesięcy^[1,8,11].

Piśmiennictwo:

1. David J. Goldberg. Lasers and Lights. Elsevier Saunders, 2005, 138.
2. Baumler W, Ulrich H, Hartl A, Landthaler M, et al. Optimal parameters for the treatment of leg veins using Nd:YAG lasers at 1064 nm. *Br J Dermatol* 2006;155:364-71.
3. Groot D, Rao J, Johnston P, Nakatsui T. Algorithm for using a long-pulsed Nd:YAG laser in the treatment of deep cutaneous vascular lesions. *Dermatol Surg* 2003;29:35-42.
4. Yang MU, Yaroslavsky AN, Farinelli WA, Flotte TJ, Rius-Diaz F, Tsao SS, Anderson RR. Long-pulsed neodymium: yttrium-aluminum-garnet laser treatment for port-wine stains. *J Am Acad Dermatol* 2005;52:480-490.
5. Li, D., Farshidi, D., Wang, G.X., He, Y.L., Kelly, K.M., Wu, W.J., Chen, B. and Ying, Z.X. (2014), A comparison of microvascular responses to visible and near-infrared lasers. *Lasers Surg. Med.*, 46: 479-487.
6. Stier MF, Glick SA, Hirsch RJ. Laser treatment of pediatric vascular lesions: Port wine stains and hemangiomas. *J Am Acad Dermatol*. 2008 Feb;58(2):261-85.
7. Scherer K, Waner M. Nd:YAG lasers (1,064 nm) in the treatment of venous malformations of the face and neck: challenges and benefits. *Lasers Med Sci*. 2007 Jun;22(2):119-26.
8. HOLLY H. MCCOPPIN, WHITNEY W. HOVENIC, RONALD G. WHEELAND. Laser Treatment of Superficial Leg Veins: A Review. *Dermatol Surg* 2011;37:729-741
9. Lee BB, Do YS, Byun HS, Choo IW, Kim DI, Huh SH (2003). Advanced management of venous malformation with ethanol sclerotherapy: Mid-term results. *Ja Vasc Surg* 37:533-538.
10. Pascarella L, Bergan JJ, Yamada C, Mekenas L (2005) Venous angiomas: treatment with sclerosant foam. *Ann Vasc Surg* 19:457-464.
11. Alam M, Voravutinon N, Warycha M, Whiting D, Nodzinski M, Yoo S, West DP, Veledar E, Poon E. 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 Sep;69(3):438-43.