

Jakub Kopec, Przemysław Przewratil

Laseroterapia w chirurgii dziecięcej

Laser therapy in paediatric surgery

Klinika Chirurgii i Onkologii Dziecięcej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Łódź, Polska

Adres do korespondencji: Jakub Kopec, ul. Tatarakowa 15/71, 91-495 Łódź, tel.: +48 664 313 466, e-mail: jdkopec@gmail.com

Streszczenie

Postęp techniki laserowej w medycynie spowodował istotne zwiększenie puli procedur i częstości oraz łatwości ich wykonywania. Chirurgia dziecięca jest jedną z gałęzi medycyny, która chętnie korzysta z dynamicznie rozwijających się urządzeń laserowych. Na podstawie przeglądu aktualnego piśmiennictwa i własnych doświadczeń autorzy prezentują przekrój nowoczesnych zastosowań laseroterapii w populacji pediatrycznej. Laseroterapia często uzupełnia już istniejące metody leczenia, a w wielu przypadkach staje się głównym sposobem terapii różnych rodzajów schorzeń. Jest nieodzownym elementem leczenia wielu chorób, zarówno tych zagrażających zdrowiu i życiu, jak i takich, które powodują defekty kosmetyczne bezpośrednio obniżające jakość życia pacjentów. Umożliwia bardzo krótki okres rekonwalescencji przy niewielkim ryzyku działań niepożądanych. Jest coraz bardziej powszechna i z dnia na dzień udoskonalana. Znajduje zastosowanie między innymi w leczeniu wrodzonych i nabytych zmian naczyniowych, torbieli włosowych, blizn. Nie ma wątpliwości, że w przyszłości zastosowania techniki laserowej w chirurgii dziecięcej będą się zdecydowanie rozszerzać na kolejne jednostki chorobowe. Krótki przegląd opcji terapeutycznych dla schorzeń, w których laseroterapia stała się wiodącą opcją terapeutyczną, może ułatwić lekarzom rodzinnym i pediatrom dobór optymalnej drogi leczenia dla ich pacjentów. Zwiększenie świadomości lekarzy pierwszego kontaktu na temat wskazań do laseroterapii może przynieść znaczącą korzyść pacjentom pediatrycznym. Laser staje się urządzeniem coraz łatwiej dostępnym, co – biorąc pod uwagę efektywność laseroterapii i dużą liczbę wskazań – zachęca do kierowania pacjentów do specjalistów wykonujących takie zabiegi.

Słowa kluczowe: laseroterapia, chirurgia dziecięca, malformacje naczyniowe, blizny, torbiel włosowa

Abstract

Advances in laser techniques used in medicine significantly expanded the pool of procedures as well as increased the frequency and ease of their use. Paediatric surgery is one of the branches of medicine open to use the dynamically developing laser technologies. Based on the current literature and our own experiences, we present a cross-sectional review of modern applications of laser therapy in the paediatric population. Laser therapy is often used complementary to other treatment methods and, in many cases, it becomes the main treatment approach in a variety of conditions. It is an indispensable element in the management of many diseases, both those health- and life-threatening as well as those responsible for cosmetic defects directly contributing to reduced quality of life of patients. This allows for a very short recovery time, with a low risk of adverse effects. The method is gaining popularity and is continuously improved. It is used, among other things, in the management of congenital and acquired vascular lesions, pilonidal sinuses, and scars. Undoubtedly, the future use of laser therapy in paediatric surgery will definitely expand to include further disease entities. A brief overview of therapeutic options for conditions in which laser therapy has become the leading therapeutic strategy can help general practitioners and paediatricians choose the optimal treatment strategy for their patients. Raising the awareness of general practitioners of indications for laser therapy may bring significant benefits for paediatric patients. Laser is becoming an increasingly available tool, which, considering the efficacy of laser therapy and a large number of indications, encourages referring patients to specialists performing such procedures.

Keywords: laser therapy, paediatric surgery, vascular malformations, scars, pilonidal sinus

WSTĘP

W ostatnich kilku dekadach technika laserowa znacząco swoją obecność w różnych dziedzinach medycyny, takich jak chirurgia, okulistyka, dermatologia, medycyna estetyczna. Laser jest wykorzystywany w cięciu, koagulacji, biostymulacji, terapii fotodynamicznej i fotoablacji tkanek zmienionych chorobowo. Dynamiczny rozwój urządzeń laserowych w medycynie zachęca do przeglądu postępów, jakie dokonały się w tej dziedzinie, oraz potencjalnych, przyszłych korzyści.

DZIAŁANIE LASERA I TECHNIKA ZABIEGU

Laser wykorzystuje fizyczne zjawisko emisji wymuszonej, przy czym w zależności od typu urządzenia występują różnice w zakresie długości i mocy emitowanej fali, co determinuje jego zastosowania. Laser generuje wiązkę energii absorbowaną przez tkankę w postaci ciepła, które może ją przecinać lub koagulować. Częstotliwość fali pozwala kontrolować rozmiar wiązki. Większość laserów medycznych wykorzystuje długości fal od podczerwieni do ultrafioletu. Im dłuższa jest emitowana fala, tym głębsza penetracja tkanki. Moc lasera wyraża się w J/cm^2 ⁽¹⁾. Najczęściej używanymi rodzajami laserów są: PDL (*pulse dye laser*) – pulsacyjny laser barwnikowy, Nd-YAG (*neodymium-doped yttrium aluminum garnet*) – laser neodymowo-yagowy oraz CO₂ – laser dwutlenkowo-węglowy. Ze względu na ograniczenie penetracji tkanki do 1 mm lasery PDL są stosowane głównie do zmian powierzchniowych⁽²⁾. Większa niż w przypadku PDL długość fali lasera Nd-YAG daje możliwość głębszej penetracji tkanki. Typ lasera za pierwszym razem dobierany jest na podstawie rodzaju, położenia oraz koloru zmiany i fototypu skóry, a następnie w zależności od skuteczności poprzednich zabiegów⁽³⁾. Większość zastosowań laseroterapii wymaga wielokrotnych zabiegów dla osiągnięcia zamierzonego efektu. Laseroterapia w zależności od wieku pacjenta może być wykonywana w znieczuleniu ogólnym, miejscowym lub po przyjęciu doustnych środków przeciwbólowych. Około godziny przed planowanym zabiegiem, jeśli jest to potrzebne, zmianę chorobową pod opatrunkiem zabezpiecza się maścią, żelem lub kremem zawierającym środek przeciwbólowy. Podczas zabiegu oczy każdej osoby przebywającej w sali muszą być chronione przed promieniowaniem widzialnym i niewidzialnym za pomocą okularów ochronnych lub innego rodzaju osłony. Ważne jest wykonanie pojedynczej próby w celu obserwacji działań niepożądanych.

NACZYNIANKI WCZESNODZIECIĘCE

Laseroterapia – obok innych metod – znajduje zastosowanie w leczeniu naczynek wczesnodziecięcych, będących najczęstszymi guzami okresu niemowlęcego, które dotyczą 5% populacji. Większość naczynek zanika spontanicznie⁽⁴⁾. Zmiany te mają różnorodny obraz kliniczny, przyjmując formy powierzchniowe, głębokie lub mieszane.

Naczyniaki rzadko lokalizują się w narządach wewnętrznych⁽⁴⁾. W zależności od postaci zmian, ich liczebności, umiejscowienia i stadium podejmuje się decyzję o konieczności i sposobie leczenia.

Od 20% do 30% naczynek wczesnodziecięcych ze względu na niekorzystną wielkość, upośledzenie funkcji zmienionej tkanki, krwawienie czy owrzodzenie wymaga leczenia propranololem⁽⁵⁾. Przypadki odporne na propranolol, o bardzo niekorzystnym umiejscowieniu (drogi oddechowe, jama ustna, gruczoł piersiowy, krocze, twarz) lub powikłane wymagają leczenia operacyjnego.

Jedną z dostępnych opcji terapeutycznych stanowi laseroterapia, wykorzystywana w Klinice autorów. Fotokoagulacja laserowa ma za zadanie wprowadzić guz w fazę inwolucji⁽⁴⁾. Laseroterapię, według dostępnego piśmiennictwa, powinno się rozpocząć w okresie niemowlęcym, a wczesne wdrożenie leczenia pozwala uzyskać całkowitą inwolucję zmiany⁽⁶⁾ lub znaczną poprawę jej barwy⁽⁷⁾. Aż 80% naczynek kończy swój wzrost do wieku 3 miesięcy. Najczęstszy wiek pacjenta przy pierwszej wizycie to mniej więcej 5. miesiąc życia, czyli moment najbardziej intensywnego lub zakończonego wzrostu naczyniaka⁽⁸⁾. Energia potrzebna do oddziaływania na guza jest w tej grupie wiekowej mniejsza, a dzieci te cechują się większą zdolnością do regeneracji tkanki po każdorazowej sesji terapeutycznej.

Użycie lasera barwnikowego oddziałuje na fazę proliferacji naczyniaka, zwalniając ją i umożliwiając osiągnięcie inwolucji nawet u niemowląt powyżej 6. miesiąca życia⁽⁹⁾. Zastosowanie lasera PDL proponuje się obecnie w przypadku:

1. wczesnych zmian położonych powierzchniowo w skórze okolicy twarzy;
 2. naczynek złożonych, w sytuacjach potrzeby ratowania skóry pokrywającej zmianę;
 3. powikłań w postaci uporczywych owrzodzeń;
 4. przetrwałych teleangiektazji lub wczesnodziecięcych naczynek płaskich, utrzymujących się po fazie inwolucji⁽⁵⁾.
- Zaleca się również dodatkowe stosowanie laseroterapii w okresie 8–18 miesięcy w celu leczenia zmian przetrwałych. Wpływa ona znacząco na zmniejszenie ich wielkości i poprawę barwy⁽¹⁰⁾.

Alternatywą dla lasera barwnikowego jest laser Nd-YAG, który powoduje całkowite ustąpienie zmian powierzchniowych oraz cechuje się dużą skutecznością w przypadku naczynek złożonych i głębokich w fazie wzrostowej. Wyniki leczenia zależą od wieku, wielkości guza i rodzaju naczyniaka⁽¹¹⁾. Mniejsza absorpcja energii lasera 1064 nm przez hemoglobinę wymaga wykorzystania większej energii, co może powodować częstsze występowanie działań niepożądanych⁽⁷⁾.

MALFORMACJE NACZYNIOWE

Malformacje naczyniowe to wady wrodzone naczyń, często mylone z naczyniakami wczesnodziecięcymi. Występują u około 1–2% populacji z równą częstością u obu płci. Podstawę ich różnicowania stanowią rodzaj tworzących je



Ryc. 1. A. Naczyniak wczesnodziecięcy okolicy policzka prawego u 3-miesięcznego dziecka. B. Malformacja żylna czoła u 8-miesięcznego pacjenta. C. Malformacja kapilarno-limfatyczna kończyny dolnej lewej 6-miesięcznego dziecka. D. Malformacja kapilarna twarzy u 15-letniego chłopca

naczyń oraz charakter przepływu krwi. Zmiany te, obecne przy urodzeniu, powiększają się wraz ze wzrostem dziecka i nie ulegają zanikowi. Są wynikiem zaburzeń angiogenezy, waskulogenezy i limfangiogenezy. Takie zmiany mogą stanowić dla pacjenta duży problem kosmetyczny, a nawet upośledzać funkcje narządu i być zagrożeniem dla życia dziecka, prowadząc do kalectwa⁽⁴⁾.

1. Malformacje kapilarne, potocznie zwane „plamami czerwonego wina”, są najczęstszym typem malformacji naczyniowych o wolnym przepływie. Obejmują naczynia włosowate skóry i błon śluzowych. Zwykle usytuowane są w obrębie głowy i szyi⁽¹²⁾.

Standardem leczenia jest laser PDL. W 10–20% przypadków uzyskuje się całkowite zblednięcie malformacji, a w większości – różnego stopnia częściowe odbarwienie, co jest spowodowane głębokim położeniem zmian w skórze. W celu zwiększenia efektu leczniczego coraz częściej łączy się różne terapie⁽¹²⁾. Najlepsze efekty daje terapia rozpoczęta w 1. roku życia dziecka, gdy zmiany są najmniejsze, a skóra dziecka stosunkowo cienka i cechująca się łatwością regeneracji⁽¹³⁾. Od 20% do 30% zmian może nie reagować w dostatecznym stopniu na leczenie PDL⁽³⁾.

2. Malformacje żylnie stanowią drugi co do częstości typ malformacji naczyniowych o wolnym przepływie.

Zbudowane są z nieprawidłowych, poszerzonych kanałów żylnych pozbawionych mięśniówki⁽⁴⁾. Malformacje żyłne występują między innymi w zespołach wad wrodzonych, takich jak zespół guminiastych pęcherzyków znamionowych (*blue rubber bleb nevus syndrome*, BRBNS) czy zespół Maffucciiego. Najczęstszą formą ich leczenia są zabiegi sklerotyzacji. Laseroterapia stanowi metodę alternatywną, ale powszechną⁽⁴⁾. Używa się laserów o długiej fali (900–1064 nm), np. Nd-YAG, skutecznie zamykających zmiany położone powierzchownie w tkance podskórnej. Wielokrotne naświetlania w odstępach 8–12-tygodniowych przyczyniają się do znacznego zmniejszenia wielkości i poprawy koloru guza przy nieznacznych działaniach niepożądanych. Małe malformacje żyłne ulegają zwykle wycofaniu, a większe znacznej redukcji⁽¹²⁾. Laser Nd-YAG jest obiecującą alternatywą w leczeniu malformacji żylnych u pacjentów pediatrycznych w przypadkach zmian o tak newralgicznym położeniu, jak błony śluzowe, które najlepiej odpowiadają na leczenie⁽¹⁴⁾. W Klinice autorów z powodzeniem używa się również lasera diodowego stosowanego endowaskularnie, zamykając naczynia laserem wprowadzanym bezpośrednio do ich światła.

3. Malformacje limfatyczne to wrodzone wady układu chłonnego. Obraz kliniczny zależy od ich umiejscowienia i charakteru zmiany. Wyróżnia się malformacje drobnotorbielowate, wielotorbielowate i mieszane. Malformacje narządowe, ze względu na ucisk na narządy sąsiadujące i z powodu krwawień z koagulopatii, mogą stanowić zagrożenie życia. W leczeniu malformacji limfatycznych udokumentowano użycie z powodzeniem wielu rodzajów laserów. Powszechnie używany jest laser Nd-YAG. W przypadku zmian na błonach śluzowych w Klinice autorów używany jest laser CO₂; PDL sprawdza się najlepiej w zakresie poprawy zmian skórnych⁽¹⁵⁾. Leczenie malformacji limfatycznych wymaga podejścia wielodyscyplinarnego, mającego na uwadze jakość życia pacjenta. Pierwszą linię leczenia, szczególnie zmian większych, stanowi skleroterapia⁽⁴⁾. Tradycyjna chirurgia jest najskuteczniejszym rozwiązaniem dla pacjentów z malformacjami zagrażającymi życiu, np. zajmującymi układ oddechowy. Wstępnie opublikowane badania wskazują na obiecujące efekty laserowej ablacji przezskórnej. Nowe terapie farmakologiczne z użyciem sildenafilu czy rapamycyny są ciągle w fazie badań⁽¹⁶⁾.
4. Malformacje tętniczo-żyłne stanowią najrzadszy typ malformacji. Są to zmiany cechujące się szybkim przepływem krwi, złożone z naczyń doprowadzających i poszerzonych żył drenażujących, połączonych przetokami. Charakterystyczny jest dla nich szmer naczyniowy słyszalny podczas badania stetoskopem. Malformacje stopnia I wg skali Schobingera nie wymagają leczenia. Kolejne stadia najczęściej leczy się za pomocą embolizacji gniazda zmiany i zabiegu operacyjnego⁽⁴⁾. Laseroterapia bywa wykorzystywana jako sposób koagulacji podczas zabiegów wycięcia tego rodzaju zmian

naczyniowych. Ta metoda zamykania naczyń bez kontaktu z ich ścianą wykazuje większe bezpieczeństwo przy podobnej skuteczności w porównaniu z metodami tradycyjnymi⁽¹⁷⁾ (ryc. 1).

ZIARNINIAK NACZYNIOWY

Ziarniniak naczyniowy to łagodny guzek naczyniowy, występujący najczęściej na skórze lub błonie śluzowej. Powstaje spontanicznie w miejscach narażonych na urazy lub w przebiegu malformacji naczyniowych⁽¹⁸⁾. Zazwyczaj ma postać pojedynczego, kruchego, polipowatego lub uszypułowanego czerwonego guzka⁽⁴⁾. Może występować u dzieci w różnym wieku, rzadko u niemowląt. Ziarniniak naczyniowy rośnie szybko, łatwo ulegając urazom mechanicznym prowadzącym do krwawienia. Najskuteczniejszym sposobem leczenia jest wycięcie chirurgiczne zmiany, gwarantujące najmniejszą częstość nawrotów. Inne metody to np. podwiązanie szypuły, miejscowa koagulacja azotanem srebra, elektrokoagulacja, łyżeczkowanie^(4,18). Ablacja laserem CO₂ stanowi praktyczną i coraz częściej stosowaną alternatywę⁽¹⁸⁾.

TORBIELE WŁOSOWE

Torbiel włosowa to choroba zapalna tkanki podskórnej, najczęściej zlokalizowana w szparze międzypośladowej. W większości dotyczy nastoletnich mężczyzn rasy kaukaskiej. Etiologia torbieli włosowej nie jest jednoznacznie określona. Zazwyczaj jako bezpośrednią przyczynę wskazuje się wnikanie włosów do przetoki okolicy krzyżowej i związany z tym stan zapalny wokół ciała obcego. Najczęściej pacjenci zgłaszają się z objawem chęłboczącego, bolesnego guza w okolicy krzyżowo-guzicznej⁽¹⁹⁾. Torbiel włosowa ma dużą skłonność do nawracania (>30% przypadków) i znacznie pogarsza jakość życia^(20,21). Rozpowszechnioną metodą leczenia torbieli pilonidalnej jest wycięcie chirurgiczne. Niestety liczba nawrotów po takim leczeniu pozostaje wysoka (5–20%)^(22,23). Alternatywną metodą leczenia stanowi depilacja laserowa. Dzięki odpowiedniej długości fali laser emituje energię absorbowaną przez tkankę na odpowiedniej głębokości w postaci ciepła w ośrodku absorbującym – melaninie mieszka włosowego, stąd lepszymi efektami cechują się zabiegi na włosach ciemnych, zawierających więcej barwnika. Depilacja laserowa zmniejsza nawrotowość poprzez zmniejszenie grubości i ilości włosów w okolicy szpary międzypośladowej oraz ułatwioną higienę tego miejsca⁽²¹⁾.

Metoda ta może być stosowana jako pierwotna lub włączona na stałe jako element opieki pooperacyjnej⁽²³⁾. Najczęściej zaleca się wykonanie około 6 zabiegów w 3–6-tygodniowych odstępach. Badania przeprowadzone wśród dorosłych pacjentów wykazały, że depilacja laserowa zmniejsza nawrotowość torbieli włosowej nawet o 80%⁽²⁰⁾. Zaletą tej metody jest brak konieczności hospitalizacji⁽²⁴⁾.

Pierwotna interwencja laserem Nd-YAG może zastąpić klasyczne wycięcie chirurgiczne. Czas rekonwalescencji po zabiegu chirurgicznym bywa wydłużony, podczas gdy pacjenci poddani zabiegowi z użyciem lasera Nd-YAG wracają do aktywności już po jednym dniu, przy zachowaniu podobnej skuteczności procedury. Do zalet lasera Nd-YAG zaliczają się głębokość jego działania i oddziaływanie bezpośrednio na mieszki włosowe⁽²²⁾. Przy tego typu zabiegach ważną rolę może odgrywać kontrola ultrasonograficzna naświetlanego miejsca, pozwalająca stwierdzić obecność włosów i ocenić skuteczność interwencji⁽²⁵⁾.

BLIZNY

Każdy uraz, niezależnie od mechanizmu, penetrujący powłoki ciała aż do skóry właściwej goi się z wytworzeniem blizny⁽²⁶⁾. Istnieją trzy rodzaje blizn: zanikowe, przerostowe i bliznowce, czyli blizny keloidowe⁽²⁷⁾. Bliznom mogą towarzyszyć ból, przeczulica, świąd. Postępy w technice laseroterapii pozwalają na wprowadzenie alternatywnego i skutecznego leczenia blizn oraz towarzyszących im objawów⁽²⁸⁾. Dopasowanie odpowiedniego lasera do etapu leczenia i rodzaju blizny pozwala maksymalizować efekt terapeutyczny. Dzięki zjawisku fototermolizy laser PDL działa na najmniejsze naczynia kapilarne obecne w niedojrzałych bliznach, powodując ich koagulację. W bliznach bardziej dojrzałych wykorzystuje się laser CO₂, odparowujący wodę zgromadzoną w nieprawidłowej formie kolagenu. Naświetlana tkanka blizny ulega ablacji, pozwalając na formowanie się pożądanej formy kolagenu⁽²⁹⁾.

Laser PDL użyty we wczesnym stadium formowania blizny pomaga zmniejszyć rumień, ból i świąd oraz redukuje wysokość tkanki bliznowatej. Lasery frakcyjne (np. CO₂) powodują remodeling tkanki, która po zastosowaniu lasera zbliża się pod względem stosunku zawartości rodzajów kolagenu w swojej strukturze do zdrowej skóry. Możliwa do osiągnięcia głębokość naświetlanej tkanki i skuteczność terapii określają złoty standard w leczeniu blizn⁽²⁶⁾.

Opieka pozabiegowa nad blizną poddaną laseroterapii, przy zachowaniu indywidualnego podejścia do pacjenta, powinna uwzględniać dopasowane indywidualnie ubranie uciskowe (presoterapię) oraz inne rodzaje fizykoterapii⁽²⁹⁾.

Alternatywą dla leczenia blizn może się okazać laserowo wspomaganą implementacją leków (*laser-assisted drug delivery*, LADD). Metoda LADD opiera się na czasowym upośledzeniu bariery tkanki bliznowatej podczas frakcyjnej fototermolizy. Połączenie działających miejscowo leków steroidowych z laseroterapią prowadzi do zwiększenia głębokości penetracji i absorpcji tych substancji⁽²⁸⁾. Metoda LADD nie została jeszcze dostatecznie zbadana⁽²⁶⁾.

Terapia blizn wymaga zróżnicowanego, zintegrowanego podejścia terapeutycznego, chociaż wciąż najważniejsza i najbardziej skuteczna pozostaje profilaktyka przerostu blizn⁽²⁷⁾. Laseroterapia powinna być uznawana przynajmniej za uzupełnienie dotychczas stosowanych metod⁽²⁹⁾.

LITOTRYPSJA

Laserowa litotrypsja jest metodą powszechnie stosowaną na świecie, służącą fragmentacji kamieni moczowych i żółciowych. Wśród laserów najczęściej używanych do tej procedury należy wymienić między innymi laser barwnikowy, który przez cystoskop zieloną wiązką światła „rozbija” kamienie barwy żółtej, nie powodując przy tym uszkodzenia tkanek sąsiadujących. Jest to jednak metoda nieefektywna w odniesieniu do kamieni bezbarwnych, takich jak cystynowe, do których zniszczenia niezbędny jest barwnik fotosensytyzujący. Laser holmowo-yagowy (Ho-YAG) oddziałuje głównie dzięki efektowi fototermicznemu. Użycie takiego lasera powoduje waporyzację ośrodka płynnego, w którym zawieszony jest kamień, dzięki czemu wiązka lasera może bezpośrednio osiągnąć celu⁽¹⁾.

BEZOARY

Laseroterapia bywa skuteczna również w przypadku bezoarów. Bezoary o niewielkich rozmiarach i miękkiej konsystencji dają się rozpuszczać przy użyciu odpowiednich środków, co trwa jednak długo i często daje powikłania. W celu usunięcia bezoarów podejmuje się więc różnorodne działania endoskopowe. Bezoary niepoddające się takim metodom leczenia muszą być usuwane chirurgicznie, co niesie ze sobą istotne ryzyko komplikacji. Odpowiedzią na część problemów klinicznych powodowanych przez bezoary może być endoskopowa litotrypsja przy użyciu lasera Nd-YAG. Polega ona na wywoływaniu mikroeksplozji za pomocą końcówki gastrokopu wyposażonego w laser, co doprowadza do fragmentacji bezoaru⁽³⁰⁾.

POWIKŁANIA

Do najczęstszych powikłań laseroterapii należą hipopigmentacja skóry – szczególnie o ciemnym fototypie, jej ból i przeczulica oraz podrażnienie. Ponadto zdarzają się oparzenia, zaniki skóry, bliznowacenie, krwawienie zmian, owrzodzenia lokalne (szczególnie przy zmianach naczyniowych). Powikłania jednak nie są częste, a większość z nich ma charakter przejściowy i odwracalny^(5,7).

PODSUMOWANIE

Obecnie w medycynie trwa okres największego rozkwitu technologii laserowej. Laseroterapia często uzupełnia już istniejące metody leczenia, a w wielu przypadkach staje się głównym sposobem walki z różnymi schorzeniami. Jest nieodzownym elementem leczenia chorób zarówno zagrażających zdrowiu i życiu, jak i powodujących defekty kosmetyczne bezpośrednio obniżające jakość życia pacjentów. Laseroterapia umożliwia bardzo krótki okres rekonwalescencji przy niewielkim ryzyku działań niepożądanych, przy czym jest metodą coraz bardziej powszechną

i stale udoskonalaną. Nie ma wątpliwości, że w przyszłości zastosowania techniki laserowej w chirurgii dziecięcej zdecydowanie będą się rozszerzać na kolejne jednostki chorobowe.

Konflikt interesów

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

Piśmiennictwo

1. Azadgoli B, Baker RY: Laser applications in surgery. *Ann Transl Med* 2016; 4: 452.
2. Shen L, Zhou G, Zhao J et al.: Pulsed dye laser therapy for infantile hemangiomas: a systemic review and meta-analysis. *QJM* 2015; 108: 473–480.
3. Brightman LA, Geronemus RG, Reddy KK: Laser treatment of port-wine stains. *Clin Cosmet Investig Dermatol* 2015; 8: 27–33.
4. Przewratil P: Naczyniaki i malformacje naczyniowe. In: Bałaj M, Kaliciński P (eds.): *Chirurgia dziecięca*. PZWL, Warszawa 2016: 985–1000.
5. Darrow DH, Greene AK, Mancini AJ et al.; Section on Dermatology, Section on Otolaryngology–Head and Neck Surgery, and Section on Plastic Surgery: Diagnosis and management of infantile hemangioma. *Pediatrics* 2015; 136: e1060–e1104.
6. Asilian A, Mokhtari F, Kamali AS et al.: Pulsed dye laser and topical timolol gel versus pulse dye laser in treatment of infantile hemangioma: a double-blind randomized controlled trial. *Adv Biomed Res* 2015; 4: 257.
7. Chinnadurai S, Sathe NA, Surawicz T: Laser treatment of infantile hemangioma: a systematic review. *Lasers Surg Med* 2016; 48: 221–233.
8. Zhang W, Li F, Yang Y et al.: Hemangioma treatment with pulsed dye laser – distinct parameters used between neonatal and non-neonatal patients. *J Cosmet Laser Ther* 2016; 18: 389–392.
9. Kessels JP, Hamers ET, Ostertag JU: Superficial hemangioma: pulsed dye laser versus wait-and-see. *Dermatol Surg* 2013; 39: 414–421.
10. Dementieva N, Jones S: The treatment of problematic hemangiomas in children with propranolol and 940 nm diode laser. *J Pediatr Surg* 2016; 51: 863–868.
11. Zhong SX, Tao YC, Zhou JF et al.: Infantile hemangioma: clinical characteristics and efficacy of treatment with the long-pulsed 1,064-nm neodymium-doped yttrium aluminum garnet laser in 794 Chinese patients. *Pediatr Dermatol* 2015; 32: 495–500.
12. Craig LM, Alster TS: Vascular skin lesions in children: a review of laser surgical and medical treatments. *Dermatol Surg* 2013; 39: 1137–1146.
13. Rajaratnam R, Laughlin SA, Dudley D: Pulsed dye laser double-pass treatment of patients with resistant capillary malformations. *Lasers Med Sci* 2011; 26: 487–492.
14. Murthy AS, Dawson A, Gupta D et al.: Utility and tolerability of the long-pulsed 1064-nm neodymium:yttrium-aluminum-garnet (LP Nd:YAG) laser for treatment of symptomatic or disfiguring vascular malformations in children and adolescents. *J Am Acad Dermatol* 2017; 77: 473–479.
15. Defnet AM, Bagrodia N, Hernandez SL et al.: Pediatric lymphatic malformations: evolving understanding and therapeutic options. *Pediatr Surg Int* 2016; 32: 425–433.
16. Amodeo I, Cavallaro G, Raffaelli G et al.: Abdominal cystic lymphangioma in a term newborn: a case report and update of new treatments. *Medicine (Baltimore)* 2017; 96: e5984.
17. Cenozo M, Dones F, Marcati E et al.: Use of laser in arteriovenous malformation surgery. *World Neurosurg* 2016; 106: 746–749.
18. Wollina U, Langner D, França K et al.: Pyogenic granuloma – a common benign vascular tumor with variable clinical presentation: new findings and treatment options. *Open Access Maced J Med Sci* 2017; 5: 423–426.
19. Wałęga P, Romaniszyn M: Torbiel pilonidalna. *Med Prakt Chir* 2013; 5.
20. Lopez JJ, Cooper JN, Fischer BA et al.: Safety and tolerability of laser hair depilation in pilonidal disease: a pilot study. *Surg Infect (Larchmt)* 2017; 18: 890–893.
21. Marza L: Reducing the recurrence of pilonidal sinus disease. *Nurs Times* 2013; 109: 22–24.
22. Suárez Valladares MJ, Rodríguez Prieto MA: Neodymium-doped yttrium aluminium garnet laser to treat primary pilonidal cysts: an alternative treatment. *Br J Dermatol* 2018; 178: e127–e128.
23. Segre D, Pozzo M, Perinotti R et al.; Italian Society of Colorectal Surgery: The treatment of pilonidal disease: guidelines of the Italian Society of Colorectal Surgery (SICCR). *Tech Coloproctol* 2015; 19: 607–613.
24. Khan MAA, Javed AA, Govindan KS et al.: Control of hair growth using long-pulsed alexandrite laser is an efficient and cost effective therapy for patients suffering from recurrent pilonidal disease. *Lasers Med Sci* 2016; 31: 857–862.
25. Dragoni F, Moretti S, Cannarozzo G et al.: Treatment of recurrent pilonidal cysts with Nd-YAG laser: report of our experience. *J Dermatolog Treat* 2018; 29: 65–67.
26. Krakowski AC, Totri CR, Donelan MB et al.: Scar management in the pediatric and adolescent populations. *Pediatrics* 2016; 137: e20142065.
27. Kuzański W, Andrzejewska E: Jak uzyskać estetyczną bliznę u dziecka. *Med Prakt Chir* 2017; 4: 33–40.
28. Waibel JS, Wulkan AJ, Shumaker PR: Treatment of hypertrophic scars using laser and laser assisted corticosteroid delivery. *Lasers Surg Med* 2013; 45: 135–140.
29. Hultman CS, Friedstat JS, Edkins RE et al.: Laser resurfacing and remodeling of hypertrophic burn scars: the results of a large, prospective, before-after cohort study, with long-term follow-up. *Ann Surg* 2014; 260: 519–532.
30. Mao Y, Qiu H, Liu Q et al.: Endoscopic lithotripsy for gastric bezoars by Nd:YAG laser-ignited mini-explosive technique. *Lasers Med Sci* 2014; 29: 1237–1240.