

# Zastosowanie laseroterapii w chorobach siatkówki. Część III

*The use of laser therapy in retinal diseases. Part III*

**Katarzyna Warzecha<sup>1</sup>, Agnieszka Tronina<sup>2,3</sup>, Erita Filipek<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup> Oddział Okulistyki Dorosłych, Uniwersyteckie Centrum Kliniczne im. prof. K. Gibińskiego, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach  
Kierownik Katedry i Kliniki: prof. dr hab. n. med. Ewa Mrukwa-Kominek

<sup>2</sup> Oddział Okulistyki Dziecięcej, Uniwersyteckie Centrum Kliniczne im. prof. K. Gibińskiego, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach  
Kierownik Oddziału: dr hab. n. med. Erita Filipek

<sup>3</sup> Klinika Okulistyki Dziecięcej, Katedra Okulistyki, Wydział Lekarski, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach  
Kierownik Kliniki: dr hab. n. med. Erita Filipek



## NAJWAŻNIEJSZE

Mimo prób wprowadzania do terapii schorzeń siatkówki innych metod leczniczych laseroterapia nadal pozostaje jedną z głównych opcji terapeutycznych.

## HIGHLIGHTS

Despite introduction of other potentially innovative, beneficial and successful therapeutic methods, lasers are still considered the gold standard.

## STRESZCZENIE

Choroby siatkówki stanowią dużą grupę schorzeń narządu wzroku. W leczeniu wielu z nich od lat z powodzeniem jest stosowana laseroterapia. Mimo prób wprowadzania innych metod leczniczych nadal pozostaje ona jedną z głównych opcji terapeutycznych. W pracy przedstawiono przegląd piśmiennictwa dotyczący zastosowania laseroterapii w chorobach siatkówki, z uwzględnieniem nowych rodzajów i metod tej formy leczenia. Pracę podzielono na trzy części. Dwie pierwsze, które ukazały się w poprzednich numerach, zawierały opis metodyki oraz rodzajów zabiegów laserowych i przegląd piśmiennictwa dotyczący laseroterapii w retinopatii cukrzycowej, cukrzycowym obrzęku plamki oraz chorobach naczyniowych siatkówki. W niniejszej części zaprezentowany został przegląd piśmiennictwa dotyczący laseroterapii w przedarciach oraz chorobach zwyrodnieniowych siatkówki, retinopatii wcześniaków, zwyrodnieniu plamki związanym z wiekiem oraz innych chorobach siatkówki.

**Słowa kluczowe:** laseroterapia, choroby siatkówki, fotokoagulacja laserowa

## ABSTRACT

Retinal diseases account for the vast majority of ophthalmologic disorders. Over the past years, laser-based approach has been successfully used. Despite introduction of other potentially innovative, beneficial and successful therapeutic methods, lasers are still considered the gold standard. In this review, we discuss the spectrum of currently prevailing laser methods and new insights into novel perspectives and techniques regarding laser management of retinal disorders. This paper is divided into three sections. Two parts, already published in previous issues, have presented methodology with the spectrum of laser-based techniques and literature review investigating the existing knowledge in laser management of diabetic retinopathy, diabetic macular edema and vascular retinal disorders. Finally, the current one, consists of the principles guiding laser treatment of retinal tears, retinal degeneration, retinopathy of prematurity, age-related macular degeneration and other retinal diseases.

**Key words:** laser therapy, retinal diseases, laser photocoagulation

## LASEROTERAPIA W RETINOPATII WCZEŚNIAKÓW

Retinopatia wcześniaków (ROP, *retinopathy of prematurity*) to prowadząca do ślepoty patologia siatkówki występująca u przedwczesnie urodzonych dzieci [1, 2]. Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO, World Health Organization) stanowi ona najczęstszą przyczynę ślepoty u dzieci – definiowanej jako widzenie poniżej 3/60 na tablicach Snellena (1,3 w skali logMAR). Kolejne miejsca zajmują zaćma (28%) oraz anomalie gałki ocznej (11%) [1, 3]. Do głównych czynników ryzyka rozwoju ROP (zgodnie z wynikami badania przeprowadzonego przez Seibertha i wsp.) należą: niewielka urodzeniowa masa ciała, wczesny wiek ciążowy, martwicze zapalenie jelit, liczne transfuzje krwi u dziecka, tlenoterapia trwająca > 7 dni oraz stan przedrzucawkowy u matki [1, 4].

Klasyfikacja ROP opiera się na określeniu lokalizacji zmian (strefy I–III), ich zaawansowania (stadia 1–5) oraz obecności choroby plus [1, 5, 6].

Lokalizacja zmian może być następująca:

- strefa I – koncentrycznie wokół tarczy nerwu wzrokowego, od jej centrum do podwojonej odległości między tarczą a centrum plamki
- strefa II – 360° od brzegu strefy I do rąbka zębatego od strony nosowej
- strefa III – pozostała skroniowa część siatkówki w kształcie półksiężyca [1, 5, 6].

Stadia zaawansowania ROP:

- stadium 1 – linia demarkacyjna – płaska, szarobiała struktura równoległa do rąbka zębatego, oddzielająca unaczynioną część siatkówki od nieunaczynionej
- stadium 2 – wał wychodzący poza płaszczyznę siatkówki, z małymi proliferacjami naczyń krwionośnych

- stadium 3 – objawy stadium 2 oraz pozasiatkówkowe proliferacje włóknisto-naczyniowe (EFP, *extraretinal fibrovascular proliferation*) biegnące od wału do ciała szklistego
- stadium 4 – częściowe odwarstwienie siatkówki (pozaplamkowe – 4A, plamkowe – 4B), zwykle wkłęsłe i okrężne
- stadium 5 – całkowite odwarstwienie siatkówki [1, 5, 6].

Innymi objawami są: choroba plus, choroba pre-plus, choroba progowa i agresywna tylna postać ROP (APROP, *agressive posterior ROP*). Choroba plus obejmuje poszerzenie i krętość tętnic w dwóch kwadrantach bieguna tylnego; mogą też występować zaburzenia czynności źrenicy (poszerzenie naczyń tęczówki), przymglenie ciała szklistego, wylewy przedsiatkówkowe i do ciała szklistego. Występowanie tych objawów świadczy o progresji ROP. Choroba pre-plus to nieprawidłowe poszerzenie i krętość naczyń o mniejszym nasileniu niż w chorobie plus. Choroba progowa oznacza wystąpienie pozasiatkówkowych proliferacji (stadium 3) w strefie I lub II na obszarze 5 sąsiadujących lub 8 łącznie godzin na tarczy zegara. Jej rozpoznanie jest wskazaniem do leczenia. Agresywna tylna postać ROP obejmuje objawy choroby plus z neowaskularyzacją występujące w strefie I. Nieleczona APROP szybko prowadzi do całkowitego odwarstwienia siatkówki [1, 5, 6].

Retinopatia wcześniaków w 92–96% ulega spontanicznej regresji bez jakiegokolwiek interwencji leczniczej, a tylko u 10% wcześniaków badanych profilaktycznie rozwijają się ciężkie stadia ROP wymagające leczenia [1, 7].

Obecnie największe znaczenie w leczeniu ROP ma laseroterapia nieunaczynionej siatkówki z zastosowaniem lasera diodowego lub znacznie rzadziej krioterapia [1, 5].

Zgodnie z wytycznymi Polskiego Towarzystwa Okulistycznego (PTO) z 2019 r. wskazania do wykonania laseroterapii siatkówki w ROP (w ciągu 72 h od rozpoznania) stanowią: dowolne stadium w strefie I z chorobą plus, stadium 3 w strefie I bez choroby plus, stadium 2 lub 3 w strefie II z chorobą plus. Leczenie należy rozważyć, gdy w jednym oku rozwinęła się ROP typu 1, a oko towarzyszące nie spełnia kryteriów pozwalających na rozpoznanie ROP typu 1. Niekiedy w takich przypadkach korzystniej jest zakwalifikować do leczenia oboje oczu [8].

W zależności od doświadczenia okulisty sukces anatomiczny operacji ROP szacuje się na 93,8–100% [1, 9]. Dane z literatury wskazują, że w dziesięcioletniej obserwacji po zabiegu laseroterapii występuje wyższa końcowa ostrość wzroku w porównaniu z krioplikacją [1, 10]. Laseroterapia z zastosowaniem lasera diodowego w przeciwieństwie do krioterapii nie wymaga długiego znieczulenia ogólnego, pozwala operować bliżej bieguna tylnego oraz niesie mniejsze ryzyko powikłań ogólnych (bradykardia i bezdech). Po zabiegu krioterapii częściej dochodzi do uszkodzenia i obrzęku spojówki, krwawień do ciała szklanego oraz występuje większa krótkowzroczność [1, 11, 12].

W leczeniu ROP znajduje zastosowanie doszkliskowa aplikacja preparatów anti-VEGF (bewacyzumab, ranibizumab, aflibercept). Anti-VEGF mogą być podawane w monoterapii lub jako terapia łączona z zabiegami laserowymi. Stosowanie preparatów anti-VEGF obecnie odbywa się *off-label*, za zgodą Komisji Bioetycznej i rodziców pacjenta. Wśród zalet terapii anti-VEGF są: prostszy technicznie, krótszy zabieg (możliwość podania leku bez znieczulenia ogólnego), prawdopodobieństwo rozwoju prawidłowego unaczynienia siatkówki, mniejsza krótkowzroczność niż w przypadku laseroterapii [8].

W aktualnych światowych zaleceniach nie określono ścisłych wytycznych do stosowania terapii anti-VEGF, dostępne obserwacje sugerują skuteczność w leczeniu tylnej postaci ROP. Terapia anti-VEGF może być wykorzystywana, kiedy wykonanie fotokoagulacji jest trudne lub niemożliwe, np. gdy występuje przymglenie rogówki, soczewki lub ciała szklanego, albo kiedy nie jest możliwe rozszerzenie źrenicy. Laseroterapia z zastosowaniem lasera diodowego lub argonowego pozostaje metodą z wyboru leczenia ROP. W bardzo zaawansowanych przypadkach konieczna jest witrektomia przez część płaską ciała rzęskowego (PPV, *pars plana vitrectomy*), obejmująca wycięcie ciała szklanego i włóknistych błon, przez co następuje zniesienie pociągania siatkówki. Nierzadko konieczne jest usunięcie soczewki [8].

## LASEROTERAPIA W ZWYRODNIENIU PLAMKI ZWIĄZANYM Z WIEKIEM

Zwyrodnienie plamki związane z wiekiem (AMD, *age-related macular degeneration*) obejmuje zmiany związane ze starzeniem się centralnej części siatkówki (plamki) bez innych towarzyszących przyczyn u osób po 55. r.ż. [13]. Schorzenie to uznaje się za najczęstszą przyczynę utraty wzroku w starzejącej się populacji [14].

Wyróżniamy dwa główne typy AMD:

- zanik geograficzny (GA) – ostro ograniczony obszar depigmentacji związanej z częściowym lub całkowitym zanikiem nabłonka barwnikowego siatkówki z widocznymi dużymi naczyniami naczyniówki [13]
- postać wysiękowa AMD, nazywana również neowaskularyzacją podsiatkówkową (CNV, *choroidal neovascularization*). W większości przypadków w tej postaci dochodzi do rozrostu nowych naczyń pochodzących z naczyniówki i wnikających pod nabłonek barwnikowy siatkówki (typ 1) i do przestrzeni podsiatkówkowej (typ 2) [5, 13]. Od niedawna do postaci wysiękowej zaliczane są również proliferacje siatkówkowo-naczyniówkowe i polipoidalna waskulopatia naczyniówkowa [5]:
  - proliferacje siatkówkowo-naczyniówkowe (RAP, *retinal angiomatous proliferation*) to postać wysiękowa AMD, w której neowaskularyzacja rozpoczyna się w głębiej położonych splotach naczyniowych z późniejszym wytworzeniem połączeń siatkówka–naczyniówka [5]
  - polipoidalna waskulopatia naczyniówkowa (PCV, *polypoidal choroidal vasculopathy*) – postać wysiękowa, w której nieprawidłowości rozpoczynają się w wewnętrznej warstwie naczyń naczyniówki z wytworzeniem licznych końcowych tętniakowatych guzowatości, mogących być źródłem krwawień i wysięków. Na dnie oka klinicznie widoczny jest krwotok, bez obecności druzów [5].

Wysiękową postać AMD próbowano leczyć na różne sposoby. Stosowano terapię fotodynamiczną, podawanie glikokortykosteroidów doszkliskowo lub okołogałkowo, chirurgię podplamkową, translokację plamki bądź radioterapię [13]. W praktyce klinicznej terapia wysiękowej postaci AMD sprowadza się do stosowania preparatów anti-VEGF, a w przypadku PCV – do terapii fotodynamicznej w monoterapii lub w połączeniu z anti-VEGF.

Możliwości leczenia niewysiękowej postaci AMD są ograniczone i obejmują przede wszystkim porzucenie palenia, rehabilitację wzrokową i suplementację witaminami zgodnie z wynikami badania AREDS w celu zmniejszenia ryzyka progresji u pacjentów, u których można oczekiwać korzyści z takiego leczenia. Obecnie trwają badania kliniczne nad nowymi terapiami [13].

W ostatnim czasie opublikowano wiele prac na temat wykorzystania podprogowego lasera nanosekundowego (laser 2RT) w leczeniu niewysiękowej postaci AMD [15–18]. Guymier i wsp. opublikowali 36-miesięczne wieloośrodkowe, randomizowane badanie interwencji laserowej we wczesnych stadiach AMD. Pacjentów poddawano działaniu lasera 2RT lub leczeniu pozorowanemu i kontrolowano co 6 miesięcy. Nie wykazano istotnego spowolnienia tempa progresji zmian siatkówkowych w późnym AMD przy terapii laserem nanosekundowym w porównaniu z leczeniem pozorowanym. Zaobserwowano natomiast spowolnienie progresji zmian po zastosowaniu lasera u osób bez pseudodruzu podsiatkówkowego (RPD, *reticular pseudodrusen*). Wyniki te dają nadzieję na dalsze badania z użyciem lasera 2RT [15].

Fotokoagulacja druzów prawdopodobnie prowadzi do zmniejszenia ich wielkości, ale nie wydaje się ona zmniejszać ryzyka progresji AMD. Laser nanosekundowy może mieć odmładzający wpływ na nabłonek barwnikowy siatkówki (RPE, *retinal pigment epithelium*) i błonę Brucha [5].

## LASER W PRZEDARCIACH I ZWYRODNIENIACH SIATKÓWKI

Odwartwienie siatkówki (RD, *retinal detachment*) to jedno z najpoważniejszych schorzeń zagrażających widzeniu. Mimo coraz lepszych wyników leczenia chirurgicznego jakość widzenia pacjentów jest często niezadowalająca, szczególnie gdy odwarstwienie obejmuje plamkę, dlatego bardzo duże znaczenie ma profilaktyka odwarstwienia [19]. Odwarstwienie siatkówki może mieć charakter otworopochodny (przedarciowe, nazywane pierwotnym, najczęstsze), trakcyjny lub wysiękowy [5].

Przedarcia i otwory siatkówki są pełnościennymi ubytkami jej warstwy sensorycznej. Ich znaczenie prognostyczne wiąże się z ryzykiem przedostania się przez nie upłynnionej frakcji ciała szklistego pod siatkówkę sensoryczną. Mogą one powstać albo na skutek zaniku wewnętrznych warstw siatkówki (np. w centralnej części zwyrodnienia kraciastego), albo w wyniku pociągania i wyrwania części siatkówki przez ciało szkliste w miejscach połączeń szklistkowo-siatkówkowych [20].

Zmianami predysponującymi do odwarstwienia siatkówki są: zwyrodnienie kraciaste, zwyrodnienie typu „ślady ślimaka”, siatkówkowe pęczki torbielowate, zwyrodnieniowe rozwarstwienia siatkówki, więzadełkowe pęczki trakcyjne „białe bez ucisku” oraz krótkowzroczny zanik naczyńkowo-siatkówkowy [5].

Leczenia (w postaci pilnej laseroterapii lub, rzadziej, kriopeksji) wymagają wszystkie objawowe otwory podkowiaste [5, 19, 20]. Interwencja zmniejsza ryzyko odwarstwienia siatkówki z 90% do ok. 5% [5]. W pozostałych przypadkach brakuje wystarczająco wiarygodnych danych

klinicznych, aby można było bezwzględnie rekomendować laseroterapię [20].

W ostatnich latach kładzie się większy nacisk na mniej agresywne leczenie profilaktyczne otworów bezobjawowych i otworów z wieczkiem oraz obserwację i edukację pacjenta. Chory ze zmianą predysponującą do odwarstwienia siatkówki lub z innym czynnikiem ryzyka odwarstwienia siatkówki powinien zostać poinformowany o naturze objawów odłączania się ciała szklistego i odwarstwiania siatkówki oraz konieczności poszukiwania pilnej pomocy, jeśli te objawy wystąpią [5]. Leczenie profilaktyczne zazwyczaj wiąże się z bardzo małym ryzykiem, ale może prowadzić do powstania nowych przedarc; bardzo poważne powikłania występują niezmiernie rzadko [5].

Decyzję o podjęciu leczenia należy rozważyć indywidualnie w każdym przypadku, uwzględniając istnienie lub brak takich czynników ryzyka, jak: obecność trakcji szklistkowo-siatkówkowych, objawy PVD (tylne odłączenie ciała szklistego), krótkowzroczność osiowa, rzekomosoczewkowość, wcześniejsze odwarstwienie siatkówki w drugim oku, predyspozycje rodzinne. Powinno się także wziąć pod uwagę profilaktyczne leczenie obwodowych zmian degeneracyjnych, zwłaszcza przy występowaniu dodatkowych wymienionych powyżej czynników ryzyka rozwoju odwarstwienia siatkówki [20].

Źródła podają różne wskazania do profilaktycznego leczenia zmian zwyrodnieniowych/bezobjawowych otworów. Leczenie profilaktyczne należy rozważyć przy bezobjawowych przedarciach, w tym okrągłych otworach z wieczkiem i otworach zanikowych, przed planowaną operacją zaćmy [5, 19, 21], kapsulotomią laserową, trabekulektomią, iniekcją doszklistkową [5], w przypadku wystąpienia odwarstwienia siatkówki w drugim oku [19, 21] oraz w krótkowzroczności – zwłaszcza wysokiej [19, 21]. Dodatkowo przed planowaną operacją zaćmy i porodem oraz w przypadku, kiedy odwarstwienie wystąpiło w drugim oku można wykonać fotokoagulację z powodu zwyrodnień kraciastych [19]. Profilaktyczne leczenie fotokoagulacją siatkówki w oku bez jakichkolwiek zmian zwyrodnieniowych zaleca się u pacjentów, u których wystąpiło przedarcie olbrzymie w drugim oku [19, 22]. W takich przypadkach ryzyko odwarstwienia w oku towarzyszącym jest bardzo wysokie, sięga 65% [19, 23]. W rozwarstwieniu siatkówki najczęściej nie jest wymagane leczenie profilaktyczne [19, 24].

Celem laseroterapii otworu/przedarcia siatkówki jest wytworzenie silnego połączenia siatkówkowo-naczyniówkowego wokół jego brzegu. Laseroterapia w porównaniu z krioterapią cechuje się szybszym wytworzeniem połączenia siatkówkowo-naczyniówkowego oraz powoduje uwolnienie znacznie mniejszej liczby komórek nabłonka barwnikowego odgrywających główną rolę w powstaniu w późniejszym czasie witreoretinalnych zmian proliferacyjnych [20].

Zwykle stosuje się impakty wielkości 200–300  $\mu\text{m}$ , o czasie trwania 0,1 s i mocy pozwalającej na uzyskanie umiarkowanego zblednięcia siatkówki [5]. Ważne jest otoczenie zmiany 2–4 rzędami (zależnie od źródła) niemal zlewających się przypaleń [5, 19, 20]. Jeśli leczona zmiana przylega do rąbka zębatego, obszar laseroterapii powinien obejmować jej tylny brzeg, a na jej obu końcach dochodzić do rąbka zębatego, tworząc figurę w kształcie litery U [20]. Po zakończeniu leczenia zaleca się unikanie nadmiernego wysiłku fizycznego przez ok. 7 dni, dopóki nie uformuje się odpowiednia blizna. Kontrolę należy wykonać w ciągu 1–2 tygodni [5].

## LASEROTERAPIA W INNYCH CHOROBACH SIATKÓWKI

### Obwodowe zmiany proliferacyjne siatkówki

Niektóre schorzenia siatkówki wywołują niedokrwienie jej części obwodowej i powstanie zmian neowaskularnych, często w następstwie zapalenia naczyń siatkówki. Istnieje wiele doniesień o regresji obwodowych zmian neowaskularnych w efekcie leczenia laserowego [20].

Schorzenia te można podzielić na niezapalne i związane z zapaleniem naczyń siatkówki. Do pierwszej grupy należą m.in.: retinopatia sierpowato-krwinkowa, zespół Blocha-Sulzbergera (zespół nietrzymania barwnika), choroba Norriego, rodzinna witreoretinopatia wysiękowa. Druga grupa obejmuje schorzenia zapalne i infekcyjne, w których przebiegu dochodzi do embolizacji światła naczynia na skutek procesu zapalnego jego ściany. Retinopatia proliferacyjna jest częstym powikłaniem zapalenia naczyń siatkówki w takich chorobach zapalnych siatkówki, jak: zapalenie części pośredniej ciała rzęskowego, choroba Behceta, choroba Ealesa, wirusowe zapalenie siatkówki (adenowirusowe i cytomegalowirusowe), sarkoidoza, toksoplazmoza, borelioza, kiła, choroby układowe tkanki łącznej i układowe zapalenia naczyń (np. toczeń trzewny układowy, zapalenie wielomórkowe tętnic). Proces zapalny doprowadza do powstania licznych zakrzepów żylnych, niedrożności oraz zamknięcia naczynia obwodowego, a w efekcie niedokrwienia siatkówki, stanowiącego bodziec do aktywacji czynników wzrostu naczyń. Po ujawnieniu w badaniu metodą angiografii fluoresceinowej stref niedokrwienia przeprowadza się laseroterapię *scatter*, w przypadku stwierdzenia cech niedokrwienia w odcinku przednim (NVI, *neovascularization of the iris*) należy wykonać pełną PRP [20].

Obowiązkowo trzeba przeprowadzić badanie dalekiego obwodu dna w obojgu oczach u chorych, u których stwierdzono wystąpienie zapalnej choroby naczyń siatkówki, w celu ich wykrycia i leczenia wczesnych zmian oraz ograniczenia powikłań [20].

### Choroba Coatsa

Choroba Coatsa, teleangiektazje okołodołkowe oraz tętniaki prosówkowate Lebera przez niektórych autorów traktowane są jako różne manifestacje tego samego schorzenia [20].

Choroba Coatsa ma podłoże idiopatyczne i wiąże się z występowaniem śródsiatkówkowych i podsiatkówkowych wysięków, często z wysiękowym odwarstwieniem siatkówki, bez trąkacji szkliskowo-siatkówkowych. Objawia się najczęściej u chłopców w pierwszej dekadzie życia (średnio w 5. r.ż.) jednostronną utratą widzenia, zezem lub leukokorią [5].

W przypadku pacjentów z łagodnymi, niezagrażającymi widzeniu objawami lub całkowitym odwarstwieniem siatkówki, które nie rokuje poprawy widzenia, zalecana jest obserwacja [5].

U pacjentów w początkowym stadium choroby, z obecnością niewielkiej ilości płynu podsiatkówkowego najlepszą metodą leczenia wydaje się laseroterapia. Dąży się do zamknięcia poszerzonych niekompletnych naczyń i aneuryzmatów oraz obszarów bezperfuzyjnych, co powinno spowodować wycofanie się obrzęku siatkówki zarówno w biegunie tylnym, jak i na obwodzie [20].

W literaturze istnieją również doniesienia na temat wykorzystania preparatów anty-VEGF (również w terapii łączonej z laseroterapią), krioterapii, chirurgii szkliskowo-siatkówkowej (przy całkowitym odwarstwieniu siatkówki) oraz enukleacji (u pacjentów z jaskrą neowaskularną i bolesną gałką oczną) [5].

### Teleangiektazje okołodołkowe

Teleangiektazje okołodołkowe mogą być związane z łagodną postacią choroby Coatsa [5]. Charakteryzują je skupiska mikroaneuryzmatów lub woreczkowatych, lokalnych poszerzeń okołodołkowej sieci kapilarnej. Wyróżnia się trzy grupy pacjentów. Pierwsza obejmuje przypadki jednostronnego poszerzenia okołodołkowej sieci naczyniowej z towarzyszącym przeciekiem oraz bez przecieku. W grupie drugiej znajdują się chorzy z obustronnym zajęciem okolicy okołodołkowej, zwłaszcza w części skroniowej, z objawami zwykle mniej widocznymi w porównaniu z grupą pierwszą, które mogą być jednak powikłane CNV. Grupa trzecia (typ zarostowy) obejmuje przypadki obustronnego występowania choroby z charakterystycznym postępującym zamknięciem naczyń kapilarnych [5, 20].

Laseroterapia zalecana jest przede wszystkim w przypadkach z jednostronnymi objawami przecieku. Leczenie powinno obejmować obszar przecieku – przypalenia należy kierować bezpośrednio na mikroaneuryzmaty (pomaga w tym angiografia fluoresceinowa) [20]. Laseroterapia może być technicznie trudna z uwagi na odległość zmian od dołka [5].

### Makrotętniak tętnicy siatkówki

Makrotętniaki w siatkówce występują głównie u osób starszych, chorujących na nadciśnienie tętnicze i/lub uogólnione stwardnienie tętnic. Większość zmian jest bezobjawowa, jednak może wystąpić przeciek płynu surowiczego powodujący obrzęk siatkówki, niekiedy z jej surowicznym odwarstwieniem, lub krwawienie obejmujące zarówno siatkówkę, jak i ciało szkliste [20].

Laseroterapię należy zastosować, jeżeli obrzęk lub wysięki zagrażają plamce lub ją obejmują, szczególnie gdy dochodzi do pogorszenia ostrości wzroku. Ogniska można aplikować na makrotętniak, wokół niego (w celu zmniejszenia ryzyka zamknięcia tętniczki) lub w obu tych miejscach. Może minąć wiele miesięcy od zabiegu, zanim obrzęk i wysięki twarde się wchłoną [5].

Maltsev opublikował wyniki badania, w którym uznaje bezpośrednią/nawigowaną fotokoagulację laserową za opcję w leczeniu objawowego makrotętniaka tętnicy siatkówki, niemającą żadnych działań niepożądanych związanych z laserem. Jednocześnie autor sugeruje, że w porównaniu z konwencjonalną fotokoagulacją laserową laseroterapia bezpośrednia zmiany niesie mniejsze ryzyko uszkodzenia siatkówki, ponieważ wymaga zastosowania mniejszej liczby impaktów oraz niższej całkowitej energii lasera podczas zabiegu [25].

Pozytywnie na temat bezpośredniej/nawigowanej laseroterapii w tej chorobie wypowiada się również Ramel [26].

Jako metody leczenia makrotętniaka siatkówki i jego powikłań w postaci krwotoków opisywano również doszkliskowe podawanie bewacyzumabu, hialoidotomię laserem YAG, iniekcje doszkliskowe gazu rozprężającego, rekombinowany tkankowy aktywator plazminogenu (rtPA, *recombinant tissue plasminogen activator*) oraz witrektomię [5].

### Naczyniak włóscinkowy siatkówki

Naczyniak ten jest rzadkim, zagrażającym widzeniu guzem, czasem występującym w postaci izolowanej. Około 50% pacjentów z pojedynczymi zmianami i prawie wszyscy pacjenci z mnogimi zmianami tego typu chorują na zespół von Hippa-Lindaua [5].

Guz może mieć powikłania w postaci przecieku z tworzeniem wysięków i/lub krwawieniem, odwarstwienia siatkówki, krwotoku do ciała szklistego, jaskry wtórnej, zaniku gałki ocznej [5].

W leczeniu stosuje się bezpośrednią fotokoagulację zmian o niewielkich rozmiarach. Po zamknięciu naczyń odżywczych guz jest leczony za pomocą przypaleń o małej energii i długim czasie trwania, niekiedy kilkakrotnie. W przypadku dużych zmian, zmian o lokalizacji wykluczającej laseroterapię bądź powikłań opisywane są inne metody leczenia: krioterapia, brachyterapia, chirurgia szkliskowo-siatkówkowa, terapia fotodynamiczna (PDT, *photodynamic therapy*), anty-VEGF [5].

### Krwotok podszkliskowy (przedsiatkówkowy)

W przypadku krwotoku podszkliskowego następuje wynaczynienie krwi między błoną graniczną wewnętrzną a tylną powierzchnią ciała szklistego, czasami również pod błoną wewnętrzną [20]. Niekiedy, gdy krwotok ma lokalizację przedplamkową, zwłaszcza u pacjentów jednoocnych, należy rozważyć nacięcie tylnej powierzchni ciała szklistego. Umożliwia to potencjalną ewakuację krwotoku do komory ciała szklistego [5, 20]. Można zastosować zarówno laser Nd:YAG, jak i laser argonowy. Nacięcie wykonuje się w dolnej części zmiany. Brak spodziewanego efektu spowodowany jest zwykle organizacją krwotoku lub zastosowaniem zbyt małej energii impulsu [20].

### Dołek tarczy nerwu wzrokowego

Jest to zmiana wrodzona. Wysiękowe odwarstwienie plamki rozwija się w około połowie oczu z umiejscowionymi pozacentralnie dołkami tarczy (średnia wieku pacjentów 30 lat). Patomechanizm tego procesu nie jest do końca wyjaśniony. Uważa się, że podsiatkówkowy płyn pochodzi z ciała szklistego, mniej prawdopodobne jest pochodzenie z przestrzeni podpajęczynówkowej lub z przesięku z nieprawidłowych naczyń w obrębie podstawy dołka. Obraz plamki może sugerować centralną surowiczą retinopatię (CRS, *central serous retinopathy*), dlatego ważna jest ocena tarczy nerwu II u wszystkich pacjentów z CRS [5].

Baraż laserowy siatkówki wokół brzegów dołka tarczy w tym wskazaniu budzi kontrowersje [20]. Stosuje się go przy pogarszającej się ostrości wzroku, a jego skuteczność wynosi 25–35% [5].

### PODSUMOWANIE

Lasery od wielu lat są z powodzeniem stosowane w leczeniu chorób siatkówki. Mimo prób wprowadzania innych metod leczniczych rola laseroterapii jest nadal bardzo duża. Lekarze cały czas podnoszą swoje możliwości zarówno diagnostyczne, jak i lecznicze, dlatego w ostatnich latach prowadzone są próby z nowymi rodzajami laserów. Obecne trendy idą w kierunku skrócenia czasu kontaktu impulsów z siatkówką i przerw między nimi, a także stosowania kilku impaktów jednocześnie (co skraca całkowity czas laseroterapii, zwiększa komfort pacjenta oraz lekarza i w mniejszym zakresie trwale uszkadza siatkówkę – a co za tym idzie, powoduje mniejsze ubytki w polu widzenia). Dużą nadzieję pokłada się w laserze mikropulsowym, który nie wywołuje trwałego uszkodzenia siatkówki. Jeśli systemy nawigowanej laseroterapii pomyślnie przejdą badania kliniczne, to niedługo komputer będzie w stanie sam zaplanować i wykonać laseroterapię w bardzo krótkim czasie.

#### ADRES DO KORESPONDENCJI

**lek. Katarzyna Warzecha**

Uniwersyteckie Centrum Kliniczne im. prof. K. Gibińskiego,  
Śląski Uniwersytet Medyczny  
40-514 Katowice, ul. Ceglana 35  
e-mail: katarzynaarabasz@interia.pl

#### ORCID

Katarzyna Warzecha – ID – <http://orcid.org/0000-0001-6926-6761>  
Agnieszka Tronina – ID – <http://orcid.org/0000-0002-3651-4017>  
Erita Filipek – ID – <http://orcid.org/0000-0002-4227-1349>

#### Piśmiennictwo

1. Modrzejewska A, Kubacki T, Chrzanowska M et al. Retinopatia wcześniaków – przegląd piśmiennictwa. *Okul Dypł.* 2017; 7(4): 5-15.
2. Shah PK, Prabhu V, Karandikar SS et al. Retinopathy of prematurity: past, present and future. *World J Clin Pediatr.* 2016; 5: 35-46.
3. Solebo AI, Teoh L, Rahi J. Epidemiology of blindness in children. *Arch Dis Child.* 2017; 102(9): 853-7.
4. Seiberth V, Linderkamp O. Risk factors in retinopathy of prematurity. A multivariate statistical analysis. *Ophthalmologica.* 2000; 214: 131-5.
5. Bowling B, Kanski. *Okulistyka kliniczna.* 8<sup>th</sup> ed. Urban&Partner, Wrocław 2017: 506-8, 520-556, 561-9, 603-4, 615-7, 623-630, 681-700, 797-8.
6. International Committee for the Classification of Retinopathy of Prematurity. The International Classification of Retinopathy of Prematurity revisited. *Arch Ophthalmol.* 2005; 123(7): 991-9.
7. Chiang M, Arons R, Flynn JT et al. Incidence of retinopathy of prematurity from 1966 to 2000: analysis of a comprehensive New York state database. *Ophthalmology.* 2004; 111: 1317-25.
8. Zespół Ekspertów Sekcji Okulistyki Dziecięcej Polskiego Towarzystwa Okulistycznego. Postępowanie w retinopatii wcześniaków – wytyczne PTO.
9. Kara C, Petriçli IS, Hekimoglu E et al. Treatment success of laser therapy for retinopathy of prematurity in referred and non-referred patients. *Arq Bras Oftalmol.* 2016; 79: 96-9.
10. Ng EY, Connolly BP, McNamara JA et al. A comparison of laser photocoagulation with cryotherapy for threshold retinopathy of prematurity AT 10 years: part 1. Visual function and structural outcome. *Ophthalmology.* 2002; 109: 928-34.
11. White JE, Repka MX. Randomized comparison of diode laser coagulation versus cryotherapy for threshold retinopathy of prematurity: 3-year outcome. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 1997; 34: 83-7.
12. Shalev B, Farr AK, Repka MX. Randomized comparison of diode laser photocoagulation versus cryotherapy for threshold retinopathy of prematurity: seven-year outcome. *Am J Ophthalmol.* 2001; 132: 76-80.
13. Zwyródnienie plamki związane z wiekiem. Przewodnik postępowania na podstawie The Royal College of Ophthalmologists 2015.
14. Wu Q, Liu B, Yuan L et al. Dysregulations of follicular helper T cells through IL-21 pathway in age-related macular degeneration. *Mol Immunol.* 2019; 114: 243-50.
15. Guymer RH, Wu Z, Hodgson LAB et al. Subthreshold Nanosecond Laser Intervention in Age-Related Macular Degeneration: The LEAD Randomized Controlled Clinical Trial. *Laser Intervention in Early Stages of Age-Related Macular Degeneration Study Group. Ophthalmology.* 2019; 126(6): 829-38.
16. Lek JJ, Brassington KH, Luu CD et al. Subthreshold Nanosecond Laser Intervention in Intermediate Age-Related Macular Degeneration: Study Design and Baseline Characteristics of the Laser in Early Stages of Age-Related Macular Degeneration Study (Report Number 1). *Ophthalmol Retina.* 2017; 1(3): 227-39.
17. Smith RT. Sub-threshold nanosecond laser (SNL) treatment in intermediate AMD (IAMD). *Ann Eye Sci.* 2019; 4: 2.
18. Wu Z, Luu CD, Hodgson LAB et al. Secondary and Exploratory Outcomes of the Subthreshold Nanosecond Laser Intervention Randomized Trial in Age-Related Macular Degeneration: A LEAD Study Report. *Ophthalmol Retina.* 2019; 3(12): 1026-34.
19. Tesla P. Zespół oderwania siatkówki (zwyródnienia obwodu siatkówki predysponujące do odwarstwienia siatkówki). *Okul Dypł.* 2018; 8(2): 46-9.
20. Kaczmarek R, Misiuk-Hojło M, Wykrota H. Terapia laserowa w chorobach siatkówki niezwiązanych z cukrzycą. *Górnicki Wydawnictwo Medyczne, Wrocław* 2009: 2-6, 34-40, 44-62, 78-90.
21. Zhang Y, Liu S, Lee V. Reply: Prophylactic treatment of retinal break – a systematic review. *Acta Ophthalmol.* 2016; 94(1): e77.
22. Ripandelli G, Rossi T, Cacciamani A et al. Laser prophylactic treatment of the fellow eye in giant retinal tears: long-term follow-up. *Retina.* 2016; 36(5): 962-6.

23. Manyś-Kubacka K, Kocięcki J. Profilaktyka odwarstwienia siatkówki. *Okulistyka*. 2001; 1.
24. Lewis H. Peripheral retinal degenerations and the risk of retinal detachment. *Am J Ophthalmol*. 2003; 136(1): 155-60.
25. Maltsev D, Kulikov A, Uplanchiwar B et al. Direct navigated laser photocoagulation as primary treatment for retinal arteria macroaneurysms. *Int J Retina Vitreous*. 2018; 4: 28.
26. Ramel J. Treatment of macroaneurisms in macular oedema: Navigated laser Leeds the next generation of photocoagulation therapy. *Ophthalmology Times*. 2018; 14(10): 27.

**Wkład autorów:**

Katarzyna Warzecha: 60%; Agnieszka Tronina: 10%; Erita Filipek: 30%.

**Konflikt interesów:**

Nie występuje.

**Finansowanie:**

Nie występuje.

**Etyka:**

Treści przedstawione w artykule są zgodne z zasadami Deklaracji Helsińskiej, dyrektywami EU oraz ujednoliconymi wymaganiami dla czasopism biomedycznych.

**Authors' contributions:**

Katarzyna Warzecha: 60%; Agnieszka Tronina: 10%; Erita Filipek: 30%.

**Conflict of interest:**

None.

**Financial support:**

None.

**Ethics:**

The content presented in the article complies with the principles of the Helsinki Declaration, EU directives and harmonized requirements for biomedical journals.