

(72)

# Zastosowanie laseroterapii w leczeniu jaskry

## Laser therapy in the treatment of glaucoma

**Ariadna Gierek-Łapińska, Rafał Leszczyński**

Z Katedry i Kliniki Okulistyki Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Ariadna Gierek-Łapińska

**Summary:** Purpose: The paper is presenting the possibility of laser surgery in the treatment of glaucoma, new operations, and laser equipment. In the treatment of primary open angle glaucoma, argon laser was replaced by diode laser with continuous wave and in recent years by Nd: YAG Q switch, second harmonic 532nm. This laser allows ophthalmologists for selective photoablation of cells with pigment in trabeculum without thermal effect. The introduction of fibers to transport energy let us increase accuracy and efficacy of laser therapy. Application of excimer lasers 308nm enables to perform trabeculectomy by internal (ELT) and deep sclerectomy. After NPDS we sometimes have to use Q switch Nd: YAG for goniopuncture, to prolong filtration function of trabeculum – Descemet membrane. In primary angle closure glaucoma the most often laser treatment is iridotomy and gonioplasty. Laser cyclodestructive procedures almost completely eliminated cyclodiathermy and cyclocriotherapy, which were performed so far. The main cyclophotocoagulative procedures are contact transscleral cyclophotocoagulation, transpupillary cyclophotocoagulation and intraocular cyclophotocoagulation.

Conclusions: 1. The introduction of lasers enables safer, quicker and more effective antiglaucoma operations. 2. New laser equipment increases efficacy of so far performed laser surgery. 3. Laser surgery allows for the resignation of patients hospitalization and thereby enables to decrease the cost of treatment, and to increase the comfort of patients.

Słowa kluczowe: jaskra, laseroterapia, trabekuloplastyka.

Key words: glaucoma, laser, therapy, trabeculectomy.

Laseroterapia jest stosunkowo młodą dziedziną medycyny, która wykorzystuje możliwości wiązki laserowej w leczeniu schorzeń organizmu człowieka. Wprowadzenie laseroterapii do okulistyki można zaliczyć do największych osiągnięć medycyny w XX wieku. Dzięki znacznej precyzji osiąganey przy stosowaniu laseroterapii, można ją z dużym powodzeniem wykorzystać w leczeniu jaskry. W 1961 roku Zweng i wsp. (25) proponowali zastosowanie łuku ksenonowego w celu fotokoagulacji kąta przesączania w oczach z jaskrą. Na początku lat siedemdziesiątych pojawiło się wiele doniesień na temat możliwości zastosowania laserów w celu obniżenia ciśnienia wewnątrzgałkowego (6,7,10). Gasterland i wsp. (4) w 1975 roku donieśli o możliwości wywołania jaskry u małp *rhesus* poprzez zastosowanie promieniowania laserowego na trabekulum. Doniesienie to zwróciło uwagę na ryzyko związane z laseroterapią i opóźniło o kilka lat wprowadzenie tej metody do powszechnego użytku w leczeniu jaskry. Dopiero bowiem Wise i Witter (24) w 1979 roku przedstawili właściwy sposób wykonywania zabiegu nazwanego później trabekuloplastyką. W ciągu ostatnich 25 lat zabieg ten stał się najbardziej popularną metodą leczenia jaskry.

**Celem pracy** jest przedstawienie możliwości laseroterapii, prezentacja nowych technik operacyjnych i nowych urządzeń laserowych. Na podstawie dostępnej literatury w pracy podjęto próbę oceny wpływu nowych urządzeń laserowych na poziom terapii w różnych postaciach jaskry.

W terapii jaskry możemy wyróżnić trzy strategie i kierunki: farmakoterapia, którą zazwyczaj rozpoczynamy leczenie, laseroterapia, którą je uzupełniamy, i chirurgia klasyczna, którą stosujemy, kiedy inne metody zawiodły. Ponieważ pacjenci zgłaszają się na leczenie w różnym stadium zaawansowania choroby, często zdarza się, że leczenie rozpoczynamy, uzupełniamy lub kończymy za pomocą laseroterapii. Do najbardziej ogólnych wskazań do laseroterapii zaliczyć można: nieskuteczność maksymalnej tolerowanej farmakoterapii, brak kwalifikacji do zabiegu chirurgicznego z przyczyn ogólnych, niestosowanie się pacjenta do zalecanej farmakoterapii. Zabiegi laserowe stosujemy prawie we wszystkich postaciach jaskry. Do najczęściej stosowanych zabiegów zaliczyć można: trabekuloplastykę, iridotomię, gonioplastykę, goniopunkturę, cyklofotokoagulację (20). W trakcie badań klinicznych jest sklerostomia wykonywana za pomocą lasera erbowego lub holmowego. Laser erbowy i excimerowy zostały wykorzystane podczas wykonywania nieprzenikającej sklerektomii głębokiej. Ułatwiają one właściwe wypreparowanie płatką i błony filtracyjnej. Trwają badania kliniczne nad wykorzystaniem terapii fotodynamicznej do zamykania nowych naczyń tęczówki i kąta przesączania w jaskrze neowaskularnej. W laseroterapii jaskry znalazły zastosowanie niemal wszystkie typy laserów. Podczas terapii jaskry wykorzystywane są wszystkie rodzaje oddziaływania wiązki laserowej na tkanki: fotokoagulacja, fotoablacja, fotodysrupcja i fotosensybilacja.

Najczęściej wykonywanym zabiegiem jest trabekuloplastyka, w ostatnich latach zabiegi wykonywane za pomocą lasera argonowego są zastępowane przez lasery diodowe (810 nm, 532 nm), pracujące w trybie ciągłym. Z kolei lasery koagulujące wypierane są przez Q switched Nd: YAG, wykorzystujące zjawisko drugiej harmonicznej. Techniki zabiegów wykonywanych za pomocą różnych laserów przedstawiono w tab. I.

Trabekuloplastyka znalazła zastosowanie w leczeniu jaskry pierwotnej otwartego kąta, w jaskrze w zespole pseudoeksfoliacji i w jaskrze barwnikowej. Zastosowanie lasera Nd: YAG Q switch, wykorzystującego drugą harmoniczną, powoduje wybiórczą lizę komórek barwnikowych trabekulum. Wywołuje to migrację makrofagów i zwiększenie ich aktywności fagocytarnej. Oczyszczenie trabekulum z komórek barwnikowych zmniejsza opór i ułatwia odpływ cieczy wodnistej, bez wywołania termicznego uszkodzenia tkanki beczkowej, do którego dochodzi podczas wykonywania trabekuloplastyki laserem argonowym (ALT).

Po zabiegu może dojść do wzrostu ciśnienia śródgałkowego i zapalenia błony naczyniowej. Efektywność SLT wydaje się porównywalna z ALT, ale brak uszkodzenia trabekulum i brak proliferacji komórek śródbłonna skłaniają do uznania tego zabiegu za bardziej bezpieczny niż ALT (11). Duże zainteresowanie wzbudza w ostatnim czasie laserowa trabekulotomia. Zabieg ten przeprowadzany jest za pomocą lasera excimerowego wykorzystującego wiązkę 308 nm (AIDIDA excimer laser z LAGO 200). Zabieg ten znalazł zastosowanie w jaskrze pierwotnej otwartego kąta i podczas zabiegów złożonych z operacji zaćmy i zabiegu przeciwjaskrowego. Uważany jest za możliwe zastępstwo dla zabiegów przetokowych u pacjentów leczonych ambulatoryjnie. Wiązka laserowa, aplikowana za pomocą końcówki endo, powoduje efekt fotoablacji w obrębie trabekulum, nie wywołując przy tym jego termicznego uszkodzenia. Stosując tę metodę, autorzy uzyskali znaczną i stabilną redukcję ciśnienia wewnątrzgałkowego podczas operacji przeciwjaskrowych i po operacjach przeciwjaskrowych łączonych z zabiegiem fakoemulsyfi-

kacji (14,15). Wprowadzenie do chirurgii zabiegów niepenetrujących spowodowało wzrost zainteresowania zabiegiem trabekulopunktury. Zabieg ten nie zdobył uznania jako zabieg pierwszego rzutu w leczeniu jaskry. Okazał się jednak bardzo skuteczny jako leczenie uzupełniające po nieprzenikającej sklerektomii głębokiej. Kozłowski i wsp. (9), wykonując goniopunkturę laserem Nd: YAG, ocenili jej skuteczność na 85% do 94%, a Karlen i wsp. (8) w 1999 roku stwierdzili, że 41% pacjentów po nieprzenikającej sklerektomii głębokiej wymaga dodatkowego zabiegu goniopunktury w okresie obserwacji wynoszącym 17 miesięcy.

W przypadku jaskry z zamykającym kątem najczęściej wykonywanymi zabiegami są gonioplastyka i irydotomia. Meyer-Schwickerath (13) w 1956 roku podjął próbę wykonania irydotomii za pomocą łuku ksenonowego. Wprowadzenie do okulistyki nowych urządzeń laserowych zwiększyło skuteczność i bezpieczeństwo tego zabiegu. Do jego wykonania wykorzystuje się lasery pracujące w trybie impulsowym i lasery pracujące w trybie ciągłym. W trudnych przypadkach stosujemy oba typy laserów. Najchętniej stosowanym zabiegiem jest irydotomia wykonywana za pomocą lasera Q switch Nd: YAG. W trakcie badań klinicznych jest laser pikosekundowy Nd: YLF. Dotychczas prezentowane wyniki są bardzo obiecujące, ale wymagają potwierdzenia klinicznego (17). Laser Q switch Nd: YAG jest bardziej zalecany w oczach z jasną tęczęwką. W oczach z tęczęwką pogrubiałą, unaczynioną część autorów zaleca wykonanie irydotomii laserem diodowym lub argonowym lub zabieg złożony.

Koagulacja miejsca zabiegu pozwala na zmniejszenie stosowanej energii i uniknięcie krwawienia z rany po właściwym zabiegu wykonanym za pomocą lasera Q switch Nd: YAG. W zależności od stanu tęczęwki stosujemy technikę krótkich 0,02-0,05 s lub długich 0,2 s impulsów. Irydotomię wykonuje się w znieczuleniu kroplowym. Po założeniu soczewki Abrahama lub Wise'a wykonujemy zabieg na obwodzie pomiędzy godziną 10.30 a 1.30. Wyjątek stanowi jaskra po podaniu silikonu, w której irydotomię wykonujemy na godzinie 6. Wybór miejsca musi uwzględniać stan miejscowy i profil tęczęwki.

Parametry	Argon zielony Argon green	Laser diodowy Diode laser	Selektywna trabekuloplastyka Selective trabeculoplasty
Przed zabiegiem Pre-treatment	Apraclonidine	Apraclonidine	Apraclonidine
Znieczulenie Anesthesia	Proparacaina	Proparacaina	Proparacaina
Wielkość piętna Spot size	50 $\mu$ m	50-75 $\mu$ m	400 $\mu$ m
Czas trwania Duration	0,1 s	0,1 s	3 ns
Energia Power	300-1000 mW	1000-1250 mW	0,8-1,5 mW
Liczba aplikacji No. of applications	80-100 x na 360°	80-100 x na 360°	50 x na 180°
Leki po laseroterapii Post laser treatment	0,5% Apraclonidine Prednisolon 3x (przez 4 dni)	0,5% Apraclonidine Prednisolon 3x (przez 4 dni)	0,5% Apraclonidine Prednisolon 3x (przez 4 dni)

Tab. I. Trabekuloplastyka wykonywana za pomocą różnych laserów.

Tab. I. Trabeculoplasty with the use of different lasers.

Ognisko ekspozycji powinno znajdować się poza linią styku tęczówki i soczewki. Po zabiegu stosujemy miejscowo leki o działaniu przeciwzapalnym: sterydowe i niesterydowe oraz leki obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe (apraclonidyna, inhibitory anhidrazy węglanowej). Ciśnienie wewnątrzgałkowe kontrolujemy godzinę po wykonaniu zabiegu. W przypadku braku powikłań po zabiegu ciśnienie wewnątrzgałkowe kontrolujemy między 2. i 7. dniem oraz po 3 i 6 tygodniach od zabiegu. Wskazaniami do zabiegu są: jaskra pierwotna zamkniętego kąta, blok źreniczny w oku bezsoczewkowym lub z wszczepioną sztuczną soczewką, oko towarzyszące u pacjenta z ostrym atakiem jaskry, jaskra o mechanizmie mieszanym, jaskra wtórna zamkniętego kąta z blokiem źrenicznym, niektóre przypadki jaskry barwnikowej, niedrożna irydektomia chirurgiczna lub laserowa. Irydotomia uważana jest za zabieg bezpieczny i skuteczny. Mogą jednak wystąpić po nim powikłania: wzrost ciśnienia wewnątrzgałkowego; krwawienie do komory przedniej, ustępujące po uciśnięciu gałki soczewką nagałkową; oparzenie rogówki; zmętnienie soczewki; zapalenie tęczówki; dwojenie; olśnienie. Obiektywna i ilościowa ocena skuteczności irydotomii są możliwe z użyciem biomikroskopii. Stosując ją, stwierdzono istotne poszerzenie kąta rogówkowo-twardówkowego i poszerzenie linii styku soczewkowo-tęczówkowego. W jaskrze barwnikowej wykonanie irydotomii powoduje z kolei skrócenie linii styku tęczówkowo-soczewkowej i zmniejszenie szerokości kąta. Jeżeli irydotomia laserowa jest trudna do wykonania, np. przy przymgleniu rogówki, lub mało skuteczna z powodu przedniej rotacji wyrostków ciała rzęskowego, możemy wykonać gonioplastykę. Najczęściej zabieg ten wykonuje się w przypadku jaskry zamkniętego kąta, *iris plateau*, przed trabekuloplastyką i w *nanophthalmus*. Mechanizm działania ma polegać na obkurczeniu włókien kolagenowych pod wpływem ekspozycji laserowej, a następnie na wytworzeniu i obkurczeniu się błony fibroblastycznej, co w efekcie powoduje retrakcję tęczówki i poszerzenie kąta przesączania. Do powikłań po zabiegu zaliczyć można wzrost ciśnienia śródgałkowego, zapalenie tęczówki, zniekształcenie źrenicy, ogniskowy zanik tęczówki (16,18,20).

Weekers i wsp. (23) w 1961 roku zastosowali łuk ksenonowy, a już w 1969 roku Smith i wsp. (21) przedstawili wyniki zastosowania lasera rubinowego i lasera Nd: YAG do cyklofotokoagulacji przetwardówkowej. Beckmann i wsp. (1) w 1972 roku przedstawili wyniki zastosowania lasera rubinowego w terapii ciężkich postaci jaskry. Obserwacja 10-letnia pacjentów po wykonaniu cyklofotokoagulacji za pomocą lasera rubinowego wykazała obniżenie ciśnienia wewnątrzgałkowego od 5 do 22 mmHg u 62% pacjentów. Lee i wsp. (12) w 1971 roku zaproponowali przeprowadzenie fotokoagulacji wyrostków ciała rzęskowego za pomocą lasera argonowego przez źrenicę (TALC). Wskazania do TALC są jednak ograniczone do przypadków, w których można uwidocznić wyrostki ciała rzęskowego poprzez dużą irydotomię, uszkodzony zwieracz źrenicy, retrakcję brzegu źrenicznego tęczówki w jaskrze neowaskularnej lub aniridii. Zaletą tego zabiegu jest koagulacja wyrostków ciała rzęskowego pod kontrolą wzroku i możliwość oszczędzenia sąsiednich tkanek. Większość autorów skłania się do przekonania, że efekt po zabiegu jest krótkotrwały, a czynnikiem ograniczającym trwałość zabiegu jest możliwość uwidocznienia wyrostków od strony szczytowej i przedniej.

Beckmann i wsp. (21) w 1973 roku zaproponowali zastosowanie lasera Nd: YAG do przetwardówkowej cyklofotokoagulacji bezkontaktowej w leczeniu zaawansowanych postaci jaskry.

Wyniki, które uzyskali, były porównywalne z efektami zastosowania lasera rubinowego. Brancato i wsp. (3) w 1989 roku przedstawili wyniki sześciomiesięcznej obserwacji po zastosowaniu kontaktowej cyklofotokoagulacji laserem Nd: YAG, pracującym w trybie ciągłym w oczach z jaskrą oporną na tradycyjne leczenie. Vogel i wsp. (22) w 1999 roku wykazali, że absorpcja energii przez melaninę jest 3 razy większa dla długości fali 810 nm niż dla długości 1064, a całkowita transmisja twardówki jest o 35% mniejsza dla fali o długości 810 nm. Różnica ta jednak znacznie maleje w przypadku zastosowania sondy G i silnego ucisku na twardówkę. Schuman i wsp. (18) w 1990 roku przedstawili wyniki zastosowania kontaktowej przetwardówkowej cyklofotokoagulacji laserem diodowym (TSCPC) w oczach królików. Bezpośrednio po zabiegu w badaniu mikroskopowym stwierdzono martwicę koagulacyjną nabłonka barwnikowego oraz warstwy nabłonka bezbarwnikowego i ciała rzęskowego. Stopień destrukcji tkanki zależny był od wielkości zastosowanej energii. Gaasterland i wsp. (5) w 1992 roku przedstawili wyniki wielośrodkowych badań po zastosowaniu kontaktowej przetwardówkowej cyklofotokoagulacji. W grupie 30 oczu z oporną na leczenie tradycyjne autorzy uzyskali obniżenie średniej wartości ciśnienia wewnątrzgałkowego z 36 mmHg do 21 mmHg. W badanej grupie nie stwierdzono hipotonii i zaniku gałki ocznej. W przypadku kiedy wszystkie inne metody leczenia jaskry są nieskuteczne, autorzy proponują wykonanie cykloendofotokoagulacji. Cykloendofotokoagulacja jest inwazyjną metodą cyklodestrukcyjną, polegającą na koagulacji wyrostków ciała rzęskowego za pomocą endofotokoagulatora. Zastosowali endoskopową wizualizację wyrostków ciała rzęskowego, co pozwoliło na wykonanie cykloendofotokoagulacji przy nieprzeziernej rogówce. Najczęściej zabieg ten jest stosowany w przypadkach zaawansowanej jaskry neowaskularnej niepodatnej na inne leczenie. Zastosowanie laserowych zabiegów pozwoliło na bezpieczniejsze i bardziej skuteczne wykonywanie zabiegów cyklodestrukcyjnych. Przyczyniło się to do znacznego zmniejszenia liczby oczu enukleowanych.

## Wnioski

1. Zastosowanie laserów pozwala na bezpieczniejsze i bardziej skuteczne wykonywanie zabiegów przeciwjaskrowych.
2. Wprowadzenie nowych urządzeń zwiększyło efektywność dotychczas stosowanych zabiegów laserowych.
3. Chirurgia laserowa pozwala na ambulatoryjne leczenie, zmniejszenie liczby stosowanych leków i obniżenie kosztów terapii pacjentów z jaskrą.

**PIŚMIENNICTWO:** 1. Beckman H., Kinoshita A., Rota A. N.: *Transscleral ruby laser irradiation of the ciliary body in the treatment of intractable glaucoma*. Trans. Am. Acad. Ophthalmol. Otolaryngol., 1972, 76, 423-436. 2. Beckman H., Sugar H. S.: *Neodymium laser cyclocoagulation*. Arch. Ophthalmol., 1973, 90, 27-28. 3. Brancato R., Leoni G., Trabucchi P., Pietroni C.: *Contact transscleral cyclophotocoagulation with Nd: YAG laser in uncontrolled glaucoma*. Ophthalmic Surg., 1989, 20, 547-551. 4. Gaasterland D., Kupfer C.: *Experimental Glaucoma in rhesus monkey*. Invest. Ophthalmol., 14, 455, 1975. 5. Gaasterland D., Abrams D., Belcher C., Liebmann J., Pollack I., Ritch R., Schuman J., Shield B., Wise J., Baird M., Boutacoff T.: *A multicenter study of contact diode laser transscleral cyclo-*

- photocoagulation in glaucoma patients*. Invest. Ophthalmol. Vis. Sc., 1992, 33 (4 suppl.), 1644. 6. Hager H.: *Besondere mikrochirurgische Eingriffe. II Erfahrungen mit der Argon-laser gerat 800*. Klein. Monatsbl. Augenheilkd., 163, 437, 1973. 7. Worthen D. M., Wickham M. G.: *Argon laser trabeculotomy*. Trans. Am. Acad. Ophthalmol. Otol., 1974, 78, 371. 8. Karlen M. E., Sanchez E., Schnyder C. C.: *Deep sclerectomy with collagen implant: medium term results*. Br. J. Ophthalmol., 1999, 83, 6-11. 9. Kozlov V., Bagrov S. N., Anisimova S. Y.: *Deep sclerectomy with collagen*. Eye Microsurg., 1990, 3, 44-46. 10. Krasnov M. M.: *Laser puncture of the anterior chamber angle in glaucoma*. Vestn. Ophthalmol., 1972, 3, 27. 11. Latina M., Alvarado J. A., Kramer T. R., Damji K. F., Kaulen P.: *Selective Laser Trabeculoplasty Adoption*. Ocul. Surg. News, 2000, 3, 1, 1-17. 12. Lee P., Pomerantzeff O.: *Transpupillary cyclophotocoagulation of rabbit eye. An experimental approach to glaucoma surgery*. Am. J. Ophthalmol., 1971, 71, 911-920. 13. Meyer-Schwickerath G.: *Erfahrungen mit dem Licht koagulation der Netzhaut und der iris*. Doc. Ophthalmol., 1956, 10, 91. 14. Neuhann T., Scharrer A., Haefliger E.: *Excimer laser trabecular ablation ab interno (ELT) in the treatment of open-angle glaucoma*. Ophthalmol. Chirurgie, 2001, 13, 53-58. 15. Neuhann T., Scharrer A., Hoefliger E.: *Laser ablation used to treat chronic open angle glaucoma in pilot study*. Ocular Surgery News, 2001, 12, 11. 16. Rusek P., Formińska-Kapuścik M., Leszczyński R., Myga W., Wróbel A., Dębska I.: *Laserowa chirurgia jaskry*. Medical Science Review, Okulistyka, 2003, 30-33. 17. Schuman J. S., Zaltas M.: *Practical Guide to laser surgery*. Review of Ophthalmology, 1994, June, 1-4. 18. Schuman J. S., Jacobson J. J., Puliafito C. A., Noecker R. J., Reidy W. T.: *Experimental use of semiconductor laser in contact transscleral cyclophotocoagulation in rabbits*. Arch. Ophthalmol., 1990, 108, 1152-1157. 19. Shield M. B.: *Cyclodestructive surgery for glaucoma: past, present and future*. Tr. Am. Aad. Ophth., 1985, 83, 282-283. 20. Shields M. B.: *Textbook of glaucoma*. Williams & Wilkins, fourth edition, 1998, Chapter 33-39, 461-561. 21. Smith R. S., Stein M. N.: *Ocular hazards of transscleral laser radiation: Intraocular injury produced by ruby and neodymium lasers*. Am. J. Ophthalmol., 1969, 67, 100-110. 22. Vogel A., Dlugos Ch., Nuffer R., Birngruber R.: *Ophthalmic properties of human sclera, and their consequences for transscleral laser applications*. Lasers Surg. Med., 1991, 11, 331-340. 23. Weekers R., Lavergine G., Watillon M.: *Effect of coagulation of ciliary body upon ocular tension*. Am. J. Ophthalmol., 1961, 52, 156-163. 24. Wise J. B., Witter S. L.: *Argon laser therapy for open-angle glaucoma. A pilot study*. Arch. Ophthalmol., 1976, 97, 319. 25. Zweng H. C., Flock M.: *Experimental photocoagulation of the anterior chamber angle. A preliminary report*. Am. J. Ophthalmol., 1961, 52, 163.

Praca wpłynęła do Redakcji 26.01.2004 r. (423).

**Adres do korespondencji (Reprint requests to):**

Rafał Leszczyński  
ul. Konopnickiej 72  
43-300 Mikołów