

Chirurgia laserowa w chorobach nosa i zatok

Laser surgery in the nose and paranasal diseases

GRZEGORZ NAMYSŁOWSKI, WOJCIECH ŚCIERSKI

Katedra i Oddział Kliniczny Laryngologii ŚAM, ul. M. Skłodowskiej-Curie 10, 41-800 Zabrze

Laser w chirurgii laryngologicznej zastosowano po raz pierwszy w latach 60. do zabiegów operacyjnych w obrębie krtani. Dopiero po wielu latach w 1977 roku Lenz opisał jego zastosowanie w schorzeniach jamy nosowej. Od tego czasu wprowadzono wiele nowych typów laserów i technik operacyjnych w różnych jednostkach chorobowych nosa i zatok przynosowych.

W pracy dokonano przeglądu literatury i opisano wykorzystanie różnych typów laserów w schorzeniach nosa i zatok przynosowych. *Otorinolaryngologia, 2003, 2(1), 12-25*

Słowa kluczowe: chirurgia laserowa, choroby jam nosowych

Laser was first time used in laryngology at the late 1960s during the surgery of the larynx. After many years, in 1977 Lenz described it's application in the rhinologic disorders. Since that time new type of lasers and surgical techniques in the various nose and paranasal sinuses diseases were introduced.

This paper reviews literature and describes the different type of lasers application in the surgical treatment of the nose and paranasal diseases. *Otorinolaryngologia, 2003, 2(1), 21-25*

Key words: laser surgery, nasal cavities disorders

Słowo LASER jest angielskim skrótem od słów *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*. Lasery wykorzystywane w medycynie dzielone są na różne typy w zależności od wielu parametrów, takich jak: długość emitowanej fali, rodzaj środka czynnego, sposób modulacji pracy czy mocy wyjściowej [1]. Najczęściej przedstawianą klasyfikacją laserów terapeutycznych jest ich podział ze względu na moc promienia. Wyróżniamy lasery:

- wysokoenergetyczne (zwane chirurgicznymi) o mocy od 10 do 100 W,
- średnioenergetyczne (stosowane w terapii fotodynamicznej) o mocy od kilku do 10W,
- niskoenergetyczne (biostymulujące) o mocy od 10 do 100 mW.

Biorąc pod uwagę długość emitowanej fali elektromagnetycznej lasery chirurgiczne, czyli wysokoenergetyczne, dzielimy na:

- Typ I – o długości fali od 2-10 μm (np. laser CO_2 , Erbium-YAG). Charakteryzują się one dużą absorpcją promieniowania przez wodę i bardzo słabą przez hemoglobinę.
- Typ II – o długości fali od 0,7-2,0 μm (np. Nd-YAG, holmowo-YAG, diodowy). Charakteryzuje je niska absorpcja promieniowania zarówno w wodzie, jak i hemoglobinie.

- Typ III – o długości fali od 0,4-0,5 μm (np. argonowy, KTP). Cechą charakterystyczną tych laserów jest niska absorpcja promieniowania w wodzie, ale wysoka w hemoglobinie.

Laser CO_2

Laser ten wytwarza promień o długości fali około 10,6 μm w środku pasma podczerwieni. Ta długość fali jest bardzo dobrze absorbowana przez wodę. W związku z tym, że tkanki ludzkie składają się w 70 do 90% z wody, laser ten niszczy je przede wszystkim poprzez waporyzację. Jego energia jest dobrze absorbowana przez większość tkanek, bez względu na kolor. Otolaryngolodzy wykorzystują ten typ lasera głównie w chirurgii krtani. Może być on połączony z mikroskopem lub przy użyciu specjalnego zestawu końcówek ręcznych działać jak skalpel. Doprowadzone do tkanek ciepło jest w stanie skoagulować naczynia o średnicy do 0,5 mm, powodując suchość pola operacyjnego.

W ostatnim czasie, w połączeniu z laserem CO_2 , zastosowano system włókien optycznych. Jednakże ze względu na częściową absorpcję energii fali o długości 10,6 μm przez włókna optyczne oraz małą zdolność ablacji tkanki kostnej zawierającej w swym składzie niewielkie ilości

wody, zastosowanie lasera CO₂ w chirurgii wewnątrz-nosowej pozostaje wciąż ograniczone [2].

Laser Erbium: YAG

Ten relatywnie nowy laser zawiera kryształ YAG-u (itr-aluminium-granat) wzbogacone o Erb. Produkuje światło o długości 2,94 μm. Promień tego lasera nie może być przewodzony giętkimi włóknami optycznymi. Posiada on dużą zdolność ablacji tkanki kostnej. Strefa martwicy termicznej przy ablacji kostnej jest dużo mniejsza niż w laserze holmowo-YAG. Przyszłe kliniczne zastosowania tego lasera mogą obejmować plastykę rogówki i usunięcie przysadki mózgowej.

Laser holmowo-YAG (H-Y)

Laser ten emituje falę o długości 2,14 μm w trybie pulsacyjnym. Środowiskiem pracy jest kryształ YAG-u z niewielką domieszką holmu, tulu i chromu. Kryształ lasera H-Y jest poddawany światłu emitowanemu z lampy błyskowej. Promień laserowy powstaje pulsacyjnie i ulega dalej transmisji przez włókna kwarcowe. Promień lasera H-Y posiada dużą zdolność ablacji tkanki kostnej. Absorpcja promienia przez wodę nie jest tak duża, jak w przypadku lasera CO₂, w związku z tym jego penetracja tkankowa jest większa, ale umożliwia bezpieczną pracę w obrębie nosa i zatok przynosowych. Promień lasera H-Y jest w stanie koagulować naczynia krwionośne o małej średnicy. Laser ten posiada największe zastosowanie w chirurgii ortopedycznej (artroskopia stawu kolanowego, stawu zuchwowego, usuwanie przepukliny dysku międzykręgowego drogą przezskórnej dyskektomii).

Laser H-Y zastosowano również do dacryocystorhinostomii w leczeniu obturacji dróg łzowych. Woog donosi o 82% skuteczności tego zabiegu u 40 operowanych chorych. Użycie tego lasera przy usuwaniu pokrywającej woreczek łzowy kości powoduje mniejsze krwawienie niż w metodzie konwencjonalnej [3].

Prowadzono również badania nad wykorzystaniem tego lasera w otologii. Schlenk używał go w nawiercaniu otworu na końcu długiej odnogi kowadełka podczas stapidotomii [4]. Kautzky wykorzystywał laser w wykonywaniu dziurki w płycie strzemiączka. Ze względu na wytwarzanie głośnych dźwięków podczas ablacji tkanki kostnej istnieje duże ryzyko urazu akustycznego podczas pracy lasera w obrębie ucha środkowego [9].

Laser Nd-YAG

Środowiskiem pracy tego lasera jest kryształ YAG-u wzbogacony od 1 do 3% jonami neodymowymi. Laser ten produkuje światło o długości 1,06 μm. Ta długość

fali nie jest tak dobrze absorbowana przez krew, jak w przypadku laserów KTP i argonowego. Absorpcja tej fali przez wodę jest większa niż lasera argonowego, ale wciąż pozostaje relatywnie niewielka. W związku z tym promień lasera Nd:YAG jest w stanie penetrować na głębokość 4 mm zanim jego energia zostanie zaabsorbowana przez tkanki. Posiada dużą zdolność koagulacji naczyń o średnicy do 1,5 mm. Promień lasera Nd:YAG może być przekazywany przez giętkie włókna optyczne umożliwiając jego szerokie zastosowanie w miejscach trudno dostępnych, np. przy usuwaniu guzów drzewa tchawiczo-oskrzelowego. Laser Nd:YAG wykorzystywany jest czasami w chirurgii zatok przynosowych i nosa, ale ze względu na głęboką penetrację promienia jego zastosowanie w tym rejonie obarczone jest dużym ryzykiem [2].

Laser Argonowy

Laser ten produkuje niebiesko-zielone światło o długości fali od 0,488 do 0,515 μm. Promień tego lasera jest absorbowany w tkankach przede wszystkim przez barwniki melaninowe i hemoglobinę. Chociaż wszystkie tkanki ciała ludzkiego do pewnego stopnia absorbują tę falę, to aby spowodować ich waporyzację należy dostarczyć bardzo dużą energię. Promień laserowy może być dostarczony przez mikroskop, ręczną końcówkę lub włókna optyczne. Laser argonowy może być wykorzystywany do leczenia zmian naczyniowych całego ciała. Selektowna absorpcja przez krew doprowadza do koagulacji naczyń z pozostawieniem nietkniętych tkanek sąsiadujących. Laser argonowy może zamykać naczynia o średnicy do 1 mm. Niektórzy otolaryngolodzy wykorzystują ten typ lasera w chirurgii strzemiączka. Chociaż jest on w stanie usunąć cienką płytę strzemiączka, to nie daje sobie rady w usuwaniu grubych kości w obrębie nosa i zatok. W zabiegach nosowych laser argonowy był przede wszystkim używany do ablacji przerośniętej błony śluzowej małżowiny nosowej dolnej.

Laser KTP (potasowo-tytanowo-fosforanowy)

Laser ten produkuje falę o zbliżonej do argonowej długości 0,532 μm. Światło lasera KTP, tak jak argonowego, jest selektywnie absorbowane przez zabarwione tkanki. Jego działanie na tkanki posiada właściwości pośrednie pomiędzy bardziej precyzyjnym cięciem lasera CO₂ a właściwościami wysoce koagulującymi lasera Nd:YAG. Chociaż laser KTP był stosowany w chirurgii zatok przynosowych, brak zdolności ablacji tkanki nieubarwionej, takiej jak np. kość czy polipy, znacznie ograniczają jego zastosowanie. Laser KTP w jamie nosowej był głównie wykorzystywany w koagulacji przerośniętej błony śluzowej w przewlekłym zapaleniu nosa [2].

Zastosowanie laserów w chirurgii jam nosowych

Szereg autorów opisywało skuteczne zastosowanie laserów w opornych na leczenie przypadkach alergicznego nieżyty nosa, zwłaszcza z dominującym składnikiem obturacyjnym jamy nosowej. Fukutake i Kawamura w swoich badaniach opisywali, iż mukotomia wykonana laserem prowadzi nie tylko do poprawy drożności nosa, ale również do osłabienia lokalnej reakcji alergicznej w jamie nosowej. Tezę tą opierali na założeniu, iż tworząca się po zabiegu laserowym tkanka bliznowata w warstwie powierzchniowej błony podśluzowej małżowiny nosowej dolnej może hamować lokalną reakcję alergiczną [6,7,8].

Teza ta nie została potwierdzona w badaniach Elwanyego i Salaama oraz Jovanovica i Dokica. Elwany zbadał wpływ mukotomii laserem CO₂ na błonę śluzową jamy nosowej, wykorzystując metody histochemiczne i badania w mikroskopie elektronowym. Pobierał wycinki 1 miesiąc po mukotomii z operowanej okolicy, badał je w mikroskopie elektronowym i oznaczał aktywność enzymatyczną. Badania wykazały obecność gruczołów surowiczo-śluzowych, które otoczone były przez gęste włókniste podścielisko i wykazywały minimalną lub zerową aktywność wydzielniczą. Histochemicznie stwierdzono obniżenie aktywności dehydrogenazy bursztynowej komórek gruczołowych. Zaobserwowano również znaczną redukcję liczby włókien cholinergicznym okolicy okołogruzołowej. Jednakże aktywność enzymatyczna cholinesterazy była porównywalna do wartości sprzed leczenia operacyjnego. W związku z tym Elwany wyciągnął wniosek, iż leczenie laserem CO₂ nie obniża aktywności alergicznej błony śluzowej, a zmniejszenie wycieku z jamy nosowej spowodowane jest jedynie destrukcyjnym działaniem fizycznym promieniowania laserowego na gruczoły surowiczo-śluzowe i otaczające je tkanki [9].

Jovanovic i Dokic zbadali wpływ mukotomii wykonanej laserem Nd:YAG na lokalne nasilenie reakcji alergicznej w jamie nosowej. Nasilenie tej reakcji określano poprzez badanie poziomów między innymi histaminy, bradykininy i innych mediatorów w wydzielinie z jamy nosowej po próbie prowokacyjnej. Przebadano 15 osób. Stwierdzono znaczną poprawę drożności nosa w 3 i 12 miesięcy po mukotomii oraz brak istotnych różnic w poziomach mediatorów lokalnej reakcji alergicznej. Autorzy wyciągnęli oczywisty wniosek, iż mukotomia wykonana laserem nie może być leczeniem z wyboru w alergicznym nieżycie nosa bez wyraźnej komponenty obturacyjnej. Laser poprawia drożność nosa, ale nie zmniejsza aktywności reakcji alergicznej w jamie nosowej [10].

Technikę laserową do redukcji wymiaru małżowiny nosowej dolnej po raz pierwszy wykorzystał w 1977 roku Lenz używając lasera argonowego [11]. W następnych latach turbinektomię wykonywano używając różne typy laserów — CO₂, KTP, ND:YAG, diodowy i Ho:YAG.

Andreas Leuning i wsp. w 1999 roku opisali wyniki użycia lasera Ho:YAG u 85 chorych z zaburzeniami drożności jamy nosowej spowodowanymi przerostem małżowiny nosowej dolnej, którzy nie reagowali na zastosowane leczenie zachowawcze (leki obkurczające błonę śluzową, antyhistaminowe, miejscowe kortykosteroidy). Przerost małżowiny spowodowany był nieżytem alergicznym lub naczynioruchowym nosa. W znieczuleniu miejscowym laserem Ho:YAG w trybie pulsacyjnym, przy wykorzystaniu włókien giętkich wykonywano 3 do 5 linijnych koagulacji idąc od tyłu do przodu na powierzchni przyśrodkowej małżowiny nosowej dolnej. Dodatkowo w przedniej części małżowiny wykonywano kilka koagulacji punktowych. Skuteczność zabiegu oceniano na podstawie kwestionariusza pytań, rynomanometrii i testu klirensu śluzowo-rzęskowego. 12 miesięcy po zabiegu u 77% chorych stwierdzono poprawę drożności nosa we wszystkich testach [12].

Lippert i Werner podali wyniki turbinektomii laserem Nd:YAG po 1 i 2 latach obserwacji. Poprawa drożności nosa po 1 roku utrzymywała się u 72,5% chorych i spadała do 65% po 2 latach od zabiegu [13].

Ci sami autorzy badali skuteczność lasera CO₂ w turbinektomii małżowiny nosowej dolnej. Po 1 roku poprawę drożności nosa zgłaszało 82,1%, a po 2 latach 80,4% chorych [14].

Mladina i wsp. stosując laser CO₂ u 78 chorych z przerostem małżowiny nosowej dolnej spowodowanej niealergicznym, naczynioruchowym nieżytem nosa uzyskali poprawę jego drożności w 88,5% przypadków [15].

Alessandro Vagnetti i wsp. w 2000 roku opisali klinową resekcję małżowiny nosowej dolnej wykonywanej laserem Nd:YAG. Zabieg wykonywany był dwuetapowo. W pierwszym etapie do trzonu małżowiny zakładane było śródmiąższowo włókno lasera. Wycofując się stopniowo wykonywano koagulację tkanek śródmiąższowych aż do brzegu przedniego małżowiny. W etapie drugim wykonywano powierzchnię koagulację liniową części przyśrodkowej małżowiny idąc od tyłu do przodu. W sumie opisano wyniki operacyjne u 121 chorych. W 86% przypadków nie wystąpił nawrót zaburzeń drożności nosa po okresie obserwacji 1 roku. Autorzy podkreślają, iż u pozostałych 14% chorych najbardziej prawdopodobną przyczyną nawrotu dolegliwości była alergia błony śluzowej jam nosowych [16].

Chirurgia laserowa małżowiny nosowej dolnej może być wykonywana w znieczuleniu miejscowym w warunkach ambulatoryjnych. Właściwości hemostatyczne promienia laserowego powodują, iż krwawienia pooperacyjne są bardzo rzadkie, a tamponada nosa niepotrzebna. Tworzenie się strupów po zabiegu jest stałym objawem trwającym około 2 tygodni. Jednym z możliwych powikłań jest tworzenie się zrostów. Opublikowane wyniki chirurgii laserowej małżowin nosowych różnią

się dość istotnie (od 43% do wyników prawie doskonałych). Prawie wszystkie badania były retrospektywne i bez grupy kontrolnej.

Ralph Metson w 1996 roku opublikował swoje wyniki nad badaniem zastosowania lasera Ho:YAG w chirurgii endoskopowej zatok przynosowych. U 32 chorych z przewlekłym zapaleniem zatok przynosowych z polipami wykonał zabieg funkcjonalnej chirurgii endoskopowej. Po jednej stronie używał konwencjonalnego instrumentarium chirurgicznego, a po drugiej operował laserem Ho:YAG. Stwierdził, iż chirurgia zatok z użyciem lasera jest tak samo skuteczna pod względem usuwania objawów przewlekłego zapalenia zatok przynosowych, jak konwencjonalna. Użycie lasera zdecydowanie zmniejszyło śródoperacyjną utratę krwi, ale spowodowało nasilenie obrzęku błony śluzowej jamy nosowej w 7 dobie po zabiegu [2].

Laser CO₂ znalazł również zastosowanie w zabiegach plastycznych przegrody nosa. W 2000 roku Kamami opisał 703 chorych, u których wykonał plastykę przegrody za pomocą tego przyrządu. U chorych tych występowało mierne skrzywienie części chrzęstnej przegrody współistniejące z przerostem małżowiny nosowej dolnej. W czasie jednego zabiegu operacyjnego autor wykonywał odparowanie skrzywionej części przegrody (z pozostawieniem nietkniętego mukoperichondrium strony przeciwległej) oraz turbinectomię. Ocena skuteczności tej metody oparł na subiektywnej poprawie drożności nosa, badaniu wziernikowym oraz rymetrii akustycznej. Sukces terapeutyczny osiągnięto w prawie 91% przypadków [17].

Harries i wsp. w 1997 roku opisali wykorzystanie lasera PDL (*pulsed dye laser*) o długości fali 585 nm do leczenia choroby Rendu-Oslera-Webera. U 9 osób laserem tym usuwano teleangiektazje z przedniej części jamy nosowej. W początkowym okresie nie zaobserwowano zmniejszenia krwa-

wień, jednakże po 3 zabiegu zdecydowanie zmniejszyła się częstość i natężenie krwotoków z nosa [18].

Frederiksen i Jorgensen zastosował laser CO₂ w leczeniu skojarzonym sarkoidozy jamy nosowej. Dwukrotnie u 38-letniego chorego w znieczuleniu ogólnym usuwali ziarninę z jamy nosowej. Badanie kontrolne wykonane po 6 latach nie wykazało cech nawrotu choroby [19].

Leczenie za pomocą lasera stosowano również w niektórych przypadkach guzów jamy nosowej i nosogardła. Hiroshi Hidaka i wsp. opisali skuteczne zastosowanie lasera KTP u chorego ze szpiczakiem pozaszpikowym zlokalizowanym na tylnej części przegrody nosowej. Pacjent był pierwotnie poddany radioterapii, która nie doprowadziła do remisji choroby. Zmianę usunięto laserem KTP pod kontrolą endoskopową z marginesem 1,5 cm. Nie zaobserwowano wznowy procesu w okresie 5 miesięcznej obserwacji [20].

W 1999 roku Nakamura i wsp. opisali resekcję transnosową włókniaka młodzieńczego nosogardła z zastosowaniem lasera KTP. Zmiana była zlokalizowana na górnej ścianie nosogardła i w tylnej części jamy nosowej. 7 dni po embolizacji naczyń doprowadzających usunięto zmianę przy niewielkim krwawieniu śródoperacyjnym. Badania radiologiczne wykonane 6 miesięcy po leczeniu nie wykazały wznowy procesu nowotworowego [21].

Laser stał się narzędziem w rękach chirurga, które jest szczególnie użyteczne w przypadkach, w których hemostaza śródoperacyjna odgrywa zasadniczą rolę. Jednakże ze względu na wiele ograniczeń jego szerokie zastosowanie w chirurgii nosa i zatok przynosowych pozostaje wciąż relatywnie ograniczone. Dalsze badania bez wątplenia doprowadzą do powstania nowych typów laserów oraz systemów przewodzących promień, które znajdą jeszcze szersze zastosowanie w leczeniu chirurgicznym schorzeń nosa i zatok przynosowych.

Piśmiennictwo

1. Sieroń A, Cieślak G, Adamek M, Laitl-Kobierska A, Szyguła M, Krawczyk-Krupka A. Zarys fotodynamicznej diagnostyki i terapii nowotworów. A-medica Press, 1997.
2. Metson R. Ho:YAG laser endoscopic sinus surgery: a randomized, controlled study. *Laryngoscope* 1996; 106: 1-18.
3. Woog JJ, Metson R, Puliafito CA. Holmium:YAG endonasal laser dacryocystorhinostomy. *Am J Ophthalmol* 1993; 116: 1-10.
4. Schlenk E, Profeta G, Nelson JS. Laser assisted fixation of ear prostheses after stapedectomy. *Lasers Surg Med* 1990; 10: 444-447.
5. Kautzky M, Trodhan A, Susani M. Infrared laser stapedotomy. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 1991; 248: 449-451.
6. Fukutake T, Yamashita T, Tomoda K i wsp. Laser surgery for allergic rhinitis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1986; 112: 1280-1282.
7. Fukutake T, Kumazawa T, Naramura A. Laser surgery for allergic rhinitis. *Aorn J* 1987; 46: 756-761.
8. Kawamura S, Fukutake T, Kobo N i wsp. Subjective results of laser surgery for allergic rhinitis. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1993; 100: 109-112.
9. Elwany S, Salaam SA. Laser surgery for allergic rhinitis: The effect on seromucinous glands. *Otolaryngol. Head Neck Surg* 1999; 120, 5: 742-744.
10. Jovanovic S, Dokic D. Does laser turbinectomy influence local allergic inflammation in the nose? *Rhinology* 1996; 34: 46-49.
11. Lenz H, Eichler J, Salk J. Parameters for argon laser surgery of the lower human turbinates. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1977; 83: 360-365.
12. Leuning A, Janda P, Sroka R i wsp. Ho: YAG laser treatment of hyperplastic inferior nasal turbinates. *Laryngoscope* 1999; 109: 1690-1695.

13. Lippert BM, Werner JA. Treatment of hyperplastic inferior turbinates. *Laryngol. Rhinol Otol* 1996; 75: 523-528.
14. Lippert BM, Werner JA. CO₂ laser surgery of hypertrophied inferior turbinates. *Rhinology* 1997; 35: 33-36.
15. Mladina R, Risavi R, Subaric M. CO₂ laser turbinectomy in the treatment of non-allergic vasomotor rhinopathy. *Rhinology* 1991; 29: 267-272.
16. Vagnetti A, Gobbi E, Algieri GM i wsp. Wedge turbinectomy: a new combined photocoagulative Nd:YAG laser technique. *Laryngoscope* 2000; 110: 1034-1036.
17. Kamami YV. Laser assisted outpatient septoplasty: results in 703 patients. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 122, 3: 445-449.
18. Harries PG, Brockbank MJ, Shakespeare PG i wsp. Treatment of hereditary haemorrhagic teleangiectasia by the pulsed dye laser. *J Laryngol Otol* 1997; 111: 1038-1041.
19. Frederiksen LG, Jorgensen K. Sarcoidosis of the nose treated with laser surgery. *Rhinology* 1996; 34: 245-246.
20. Hidaka H, Ikeda K, Oshima T i wsp. A case of extramedullary plasmocytoma arising from the nasal septum. *J Laryngol Otol* 2000; 114: 53-55.
21. Nakamura H, Kawasaki M, Higuchi Y i wsp. Transnasal endoscopic resection of juvenile nasopharyngeal angiofibroma with KTP laser. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 1999; 256: 212-214.