

NEODYMIUM — YAG LASER V MIKROCHIRURGII OKA

Mjr. MUDr. J. PAŠTA, plk. MUDr. Luděk CIGÁNEK, CSc.,
MUDr. Jaroslava VLADYKOVÁ, DrSc.

Oddělení pro nemoci oční s ambulantní částí, Ústřední vojenská nemocnice, Praha
(náčelník: plk. MUDr. Luděk Cigánek, CSc.)

Úvod

Nd-YAG laser je zařízení, které je v oftalmologii využíváno poměrně krátce. S jeho zavedením do oftalmologické mikrochirurgie počátkem osmdesátých let jsou spojena jména Aron-Rosa a Fankhauser (10). Po jejich průkopnických pracích se použití přístroje rozšířilo po celém světě.

Princip účinku Nd-YAG laseru je jiný než u klasického kontinuálního argonového laseru. Na tkáň se nepůsobí přeměnou absorbované laserové energie v teplo, ale laserovou jiskrou. Veškerá energie laserového pulsu je totiž soustředěna do velmi malého ohniska, tím je překonán lokální tepelný absorpční práh tkáně a její atomy se rozpadnou na jonty. Vzniká plazma. Plazmatickým výbuchem — laserovou jiskrou — pak dokážeme uvnitř oka provádět mikrochirurgické výkony, aniž bychom oko otevírali.

V praxi jsou používány dva typy přístroje, a sice s prostým a se synchronizovaným přepínáním kvality optického rezonátoru (dále jen přepínáním Q). Prostým přepnutím Q získáme laserový impuls o megawatovém výkonu v trvání desítek nanosekund, kdežto po synchronizovaném přepnutí Q má puls pikosekundový gigawatový výkon. To umožní prudší nárůst energie v ohnisku se tedy i rychlejší genezi plazmy. Laserová jiskra přístrojů se synchronizovaným přepínáním výkonu Q je sice menší, ale průraznější.

Indikační oblast léčby Nd-YAG laserem**1. Iridotomie a iridektomie**

V klinické praxi se provádí asi 80 % iridektomií antiglaukomatických a 20 % optických.

Oproti klasické chirurgické iridektomii mají laserové iridektomie hlavní výhodu v tom, že nehrozí intraokulární infekce a že při nich nedochází k náhlému poklesu nitroočního tlaku při otevření oka. Vlastní výkon provádíme buď přímo zničením určité periferní části duhovky laserovými jiskrami, nebo dvoustupňově: V první fázi se nejprve určitá oblast periférie duhovky připraví argonovým laserem. Je možné využít techniky „hrbu“ (iris hump technique) nebo bubínkové blány (drumhead technique) (8). V prvním případě se nad lineární řadou spálenin v č. 2½ nebo 9½ duhovka nakrčí, ve druhém se centrum 6–8 kruhových spálenin napne. V obou případech je vlastní iridektomie

Nd-YAG laserem v druhém stupni snazší a méně riziková. Během výkonu nebo při jeho přípravě na 'margonový laser též pomáhá eliminovat krvácení koagulací duhovkových cév.

Antiglaukomatózní iridektomie se provádějí u glaukomů s uzavřeným úhlem, s pupilárním blokem a preventivně (4, 10).

Optické iridotomie využíváme u decentrací zornice. Lineární řadou zásahů rozřízneme duhovku až k centru a umožníme nemocnému pohled v primárním postavení bulbu. Optickou iridektomií využíváme zřídka pro vysokou energetickou náročnost, která zvyšuje vedlejší účinky, přičemž funkční výsledek je u obou zákroků stejný. U fakických očí je nutný zákrok provádět velmi opatrně a minimálními energiemi pulsu pro možnost poškození čočky.

Komplikace: Ložiskový zákal přední kapsuly čočky časem spontánně mizí stejně tak jako zamlžení rohovky v místě průletu paprsku (4). Pigment a zbytky duhovkové tkáně mohou iritovat bulbus, vstřebávají se však spontánně (10). Zvýšení nitrooční tenze, ke kterému dochází u všech zákroků Nd-YAG laserem v oblasti předního segmentu, bude rozebráno níže samostatně.

2. Synechiolýza

Využíváme ji k rozvolnění nitroočních adhezí různého druhu. Se speciální goniočočkou je výkon technicky snazší (4). Potřebná energie je minimální 2,5–5 mJ. Komplikace prakticky nejsou (10).

3. Přední kapsulotomie

Krátce před extrakapsulární extrakcí čočky lze provést Nd-YAG laserovou kapsulotomii (2, 9). 30–60 zásahy 2,5–5 mJ rozrušíme v maximální mydriáze přední pouzdro čočky tak, aby kruhová linie měla co největší průměr, ale zároveň tak, abychom co nejméně podráždili zornicovou část duhovky. V opačném případě se zornice předčasně stahuje. Výhodnější je při tomto výkonu pikosekundový Nd-YAG laser, neboť jeho laserová jiskra je jemnější a má větší průraznost (2). Při samotném výkonu se proto uvolní minimum korových hmot a vzrůst nitrooční tenze je pomalejší.

Komplikace: vzrůst nitrooční tenze, proto je nutná extrakce katarakty po laserové kapsulotomii provést co nejdříve.

4. Membranotomie

Je to vůbec nejčastější výkon prováděný Nd-YAG lasery (2, 4, 10). Obtížnost výkonu je dána charakterem membrány.

a) Výkony na pružných a tenkých membránách

Jedná se převážně o blanité sekundární katarakty při snížení vizu na 6/12 a méně. Zákrok je snadný, protože k prasknutí membrány pomáhá její vnitřní pnutí. K rozrušení membrány použijeme co nejméně zásahů minimální energií. Velikost otvoru volíme co nejmenší. Při pseudofakii je dobré, když mezi sekundární kataraktou a zadní plochou nitrooční čočky je určitá distance. Jsou-li totiž tyto obě struktury v kontaktu, dochází k poškození zadního povrchu nitrooční umělé čočky. Vliv rozpadových produktů na jiné oční tkáně sice nebyl prokázán (5) a ani opticky tyto mikropunktury nevadí, nicméně hladkost povrchu nitrooční umělé čočky je porušena. Zákrok je ulehčen při čočkách typu „YAV friendly“, ať už s Hofferovým prstencem, nebo s konkávní zadní plochou, kde je mezi nitrooční umělou čočkou a sekundární kataraktou dostatečná vzdálenost a při Nd-YAG laserové kapsulotomii je riziko poškození intraokulární umělé čočky minimální (2, 9, 11).

b) Výkony na sekundárních kataraktách fibrózního typu

Zde stačí pouze zvýšit energii pulsu, neboť i toto je typ napjaté membrány, která dobře praská.

c) Výkony na sekundárních redukovaných kataraktách

Tyto se skrývají uvnitř fibrózního obalu čočkové hmoty. Rozhodneme-li se pro laserový zákrok, jsme nuceni postupovat několikastupňově. Je nutné rozbít přední fibrózní membránu. Poté se uvolní čočkové hmoty do přední komory a znemožní pokračování výkonu, ale po čase se vstřebají. Obdobným způsobem pokračujeme tak dlouho, až dokončíme otvor v celém průsvitu membrány.

Výkony typu b), c), přicházejí v úvahu pouze u prosté afakie, protože implantace nitrooční umělé čočky není možná, je-li v přední komoře ponecháno větší množství hmot a sekundární katarakty fibrózního nebo redukovaného typu vznikají právě v tomto případě. Předpokládáme-li nutnost rozsáhlého a mnohastupňového zákroku, je lépe zvážit klasické chirurgické řešení. To neplatí u složitých poúrazových stavů adherentními leukomy, mělkou a nepravidelnou přední komorou a s patologickou vaskularizací. Zde je pokus o perforaci redukované katarakty pomocí Nd-YAG laseru metodou volby, protože chirurgické řešení je složité a většinou končí daleko větším poškozením struktury, než mohou vyvolat komplikace laserové terapie.

Komplikace: Jedná-li se o blanitou sekundární kataraktu, stačí jen malý laserový zákrok.

Proto přicházejí v úvahu jen komplikace z laserové jiskry, tj. poškození nitrooční umělé čočky nebo následně vedlejší účinky vlastní perforace zadní kapsuly. Mikropunktury umělé nitrooční čočky opticky nevadí ani materiál uvolněný plazmatickou jiskrou do očních komor není toxický pro nitrooční struktury (5). Tím, že porušíme sekundární kataraktu, však zvýšíme procento výskytu makulárního cystoidního edému a odchlípení sítnice (1). U rozsáhlejších zákroků je třeba počítat s tím, že rohovka se po průletu úzkého kužele paprsků při použití vyšší energie pulsu zamlží a může v ní dojít ke kavitaci. Obě komplikace jsou naštěstí většinou jen dočasné (10). Buňky rohovkového endotelu v takových případech otékají, nebo zanikají. U stavů, kde je přítomna patologická vaskularizace, je lépe předem koagulovat cévy argonovým laserem, protože krvácení do přední komory nejenom znemožní pokračování výkonu, ale irituje bulbus a prodlužuje i trvání nitrooční hypertenze. Podobný účinek mají i hmoty uvolněné z redukovaných katarakt do přední komory nebo duhovkový pigment.

5. Výkony ve sklivci

V předním segmentu lze rozrušovat pooperační nebo posttraumatické sklivcové adheze. Ve sklivci samotném lze perforovat membrány nebo rušit trakce hrozící amoci (2, 9, 10). Při maligním gaukomu je Ng-YAG laserový zákrok v předním sklivci prvním pokusem o řešení stavu (3). Teprve pak přichází v úvahu klasická vitrektomie. Výhodnější je pikosekundový laser, který má menší a průraznější laserovou jiskru (2).

Komplikace: Struktury v blízkosti laserové jiskry jsou ohroženy ultrafialovým zářením a šokovou vlnou (akustickým rázem) (10). Při výkonu v blízkosti čočky může koncentrovaný primární svazek laserových paprsků způsobit zamlžení a kavitaci zadní kapsuly a přilehlého kortexu, naopak v blízkosti sítnice chorioretinální změny (10).

Nakonec ještě krátce k vedlejším účinkům obecně. Tyto vznikají jednak z přímého účinku svazku laserových paprsků, z jejich absorpce v tkáních, jednak z laserové jiskry. V průhledných očních médiích se absorbuje jen něco kolem 30 % energie záření (8), takže příslušné struktury mohou být poškozeny pouze při výkonech vyššími energiemi v jejich blízkosti, kdy svazek paprsků má úzký průměr, a proto i vysokou lokální hustotu záření. Konkrétní změny jsou popsány při jednotlivých výkonech. V buňkách obsahujících pigment se vychytává záření Nd-YAG laseru (8), proto primární svazek laserových paprsků, který před vytvořením plazmatické jiskry pronikne do zadního segmentu oka, může způsobit chorioretinální změny (10). Stává se to obvykle pouze při laserové vitreální mikrochirurgii v blízkosti sítnice, protože průměr paprsku je příliš malý a lokální hustota

výkonu záření a tím i absorbované energie je velká.

Při vzniku laserové jiskry se uvolní ultrafialové i světelné záření, dochází k vaporizaci, vzniká teplo a akustická šoková vlna (10). Tyto jevy poškozuji opět jen struktury nacházející se v bezprostřední blízkosti laserové jiskry. Právě z tohoto důvodu je nutná přesná souhlasnost ohnisek Nd-YAG laseru a He-Ne laseru. Je bezpodmínečně nutné, aby se plazmatická jiskra vytvořila v místě, do kterého pomocí He-Ne laseru zamíříme, a ne někde jinde.

Pravidelným důsledkem laserových výkonů v přední komoře je zvýšení nitroočního tlaku na dobu kolísající od několika hodin do několika dnů (9, 10). Ukazuje se, že zvýšení nitroočního tlaku nezávisí na celkovém množství energie aplikované do oka, ale k iritaci bulbu a k prodloužení nitrooční hypertenze přispívá tkáňový detritus (čočkové hmoty, duhovkový pigment) a krev uvolněná do přední komory. Každý výkon proto provádíme co nejšetněji, minimální energií, co nejmenším počtem zásahů a s šetřením nitroočních struktur, aby vedlejší účinky byly co nejmenší. Vrstvu nitrooční tenze se bráníme aplikací timoptolu a diluranu, zánětlivé komplikace tlumíme indrenem (prostaglandiny) a někdy i aplikací kenalogu parabolárně. V případě rubeosních duhovek se vyplatí, plánujeme-li na nich nějaký zákrok Nd-YAG laserem, provést koagulaci cév argonovým laserem, abychom omezili krvácení při vlastním výkonu na minimum.

Kontraindikace: Zmíníme se pouze o nejdůležitějších. Absolutní kontraindikací lokální je takové zakalení některého průhledného očního média před cílem, že neumožní propuštění dostatečného množství energie pro vznik laserové jiskry. Relativními místními kontraindikacemi jsou vysoký nitrooční tlak, amoce sítnice, iritovaný bulbus, nystagmus. Celkově nám ve výkonu může bránit špatný celkový stav nemocného nebo strach z výkonu.

Závěr

Nd-YAG lasery zaznamenaly v oftalmologii velký rozvoj. Hlavně proto, že umožňují to, o čem se chirurgům dlouho ani nesnilo, totiž provedení nitroočního mikrochirurgického zákroku bez nutnosti otevření očních obalů. Navíc lze provádět výkon bez anestézie nebo maximálně v lokálním znecitlivění nakapáním do spojivkového vaku. Bolestivost je minimální, pacient se nejvýše lekne zvukového a světelného jevu laserové jiskry. Toto zařízení zba-

vuje pacienta nebezpečí nitrooční infekce, strachu z operačního sálu a ostatní fyzické i psychické zátěže operace jako takové. Laser je nasmírně výkonný, může pomoci, ale i uškodit. Je nutné možnosti přístroje bezpečně znát, jeho užití uvážlivě indikovat a pak je možno dosáhnout dobrých výsledků při minimálních komplikacích.

Souhrn

Autoři popisují nejdůležitější indikace použití YAG-laseru v mikrochirurgii oka a některé výhody těchto postupů proti postupům klasickým. Možné komplikace YAG-laserových zásahů jsou však důvodem k velice uvážlivé indikaci této léčby. Jen tak je možno dosáhnout dobrých výsledků.

Literatura

1. ALPAR, J. J.: Experiences with the neodymium YAG laser: interruption of anterior hyaloid membrane of the vitreous and cystoid macular edema. *Ophthalmic Surg.*, 17, 1986, č. 3, s. 157–165.
2. ARON-ROSA, D. S. - ARON, J. J. - COHN, H. C.: Use of a pulsed picosecond Nd: YAG, laser in 6664 cases. *Amer. Intra-Ocular Implant Soc. J.*, 10, 1984, s. 35 až 39.
3. BROWN, R. N. et al.: Neomidium-YAG vitreous surgery for phakic and pseudophakic malignant glaucoma. *Arch. Ophthalmol.*, 104, 1986, č. 10, s. 1464 až 1466.
4. FANKHAUSER, F. - ROL, P.: Neodymium: YAG laser microsurgery-fundamental principles and clinical applications. *International Ophthalmology Clinics*, 25, 1985, č. 3, s. 55–84.
5. LINDSTRÖM, R. L. - SKELNIK, D. L. - MOWBRAY, S. I.: Neodymium-YAG laser interaction with intraocular lenses: an in vitro toxicity assay. *Am. Intra-Ocul. Implant. Soc. J.*, 11, 1985, č. 6, s. 558–563.
6. KEATES, R. H. - FRY, S. M. - LINK, W. J. A.: Ophthalmic Neodymium: YAG lasers. A preliminary publication with appendix-Pedrotti, L. S.: *Laser basics for ophthalmologists* Ohio State University, Columbus, Ohio, September 1982.
7. KRASNOV, M. M.: Q-switched („cool“) lasers in ophthalmology. *Int. Ophthalmol. Clin.*, 16, 1979, s. 29.
8. L'ESPERANCE, F. A.: *Ophthalmic lasers photocoagulation, photoradiation, and surgery*. C. V. Mosby Co. 1983.
9. RADD, T. M. - GNAD, H. D. - FREYLER, H.: Neodymium-YAG-Laser-Anwendung in der Ophthalmologie. *Wiener klinische Wochenschrift*, 97, 1985, č. 15, s. 635–638.
10. TROKEL, S. L.: *YAG laser ophthalmic microsurgery*. Appleton-Century-Crofts, Norwalk, Connecticut 1983.
11. WEIBLINGER, R. P.: Review of the clinical literature on the use of the Nd: YAG laser for posterior capsulotomy. *J. Cataract Refract Surgery*, 12, 1986, s. 162 až 170.

Klíčová slova: YAG — laser; Laserová léčba.