

# Využití zeleného laseru (532 nm) v klinické a experimentální urologii

MUDr. Viktor Eret, MUDr. Jiří Klečka, Ph.D., doc. MUDr. Milan Hora, Ph.D.,

MUDr. Petr Stránský, MUDr. Petr Běhouněk

Urologická klinika FN a LF UK v Plzni

**Úvod:** Přehledný článek shrnuje současné možnosti klinického využití „zeleného laseru“ (GreenLight, GL) především v léčbě benigní hyperplazie prostaty (BPH) a hodnotí i jeho experimentální využití. Článek je sestaven na základě literárních údajů a zejména klinické a experimentální práce autorů. **Technická data:** Vlastnosti GL jsou dány vlnovou délkou 532 nm a výkonem (watts, W). Původní laserový paprsek emitovaný přístrojem o výkonu 80 W na bázi krystalu kalium-titanyl-fosfát (KTP) byl recentně nahrazen přístrojem s vyšším výkonem 120 W (HPS, high performance system) na bázi krystalu litium-triborid (LBO). GL je v současnosti nejpoužívanější laserovou technikou v léčbě BPH, tzv. fotoselektivní vaporizaci prostaty (PVP). Nicméně transuretrální resekce prostaty (TUR-P) je stále zlatým standardem léčby BPH. **Závěr:** GL má rutinní užití v léčbě BPH, výhodou oproti TUR-P je minimalizace krvácení, anulování rizika TUR syndromu, žádná nebo velice krátká doba ponechání permanentního močového katétru po výkonu a kratší doba rekonvalescence. V ostatních indikacích (resekce ledviny, striktura uretry a nádor močového měchýře) je to zatím jen experimentální metoda.

**Klíčová slova:** benigní hyperplazie prostaty, laser, fotoselektivní vaporizace prostaty, transuretrální resekce prostaty, parciální nefrektomie.

## Use of Green Light in clinical and experimental urology

**Introduction:** This general article summarizes contemporary clinical opportunities of GreenLight (GL) laser in the treatment of benign prostatic hyperplasia (BPH) and evaluates possible experimental using of the laser in partial nephrectomy. Our article is based on literature data and particularly on clinical and experimental work of authors. **Technical data:** Characteristics of GL are caused by its wavelength (532 nm) and power. Previous laser beam emitted by 80 Watts (W) device on potassium-titanyl-phosphate (KTP) crystal base was recently replaced by 120 W device (HPS, high performance system) on lithium borate (LBO) crystal base. GL is nowadays the most applied laser technology in the treatment of BPH, so-called photoselective evaporation of the prostate. Nevertheless transurethral resection of the prostate (TUR-P) is still the gold standard of the treatment of BPH. **Conclusion:** GL has a routine usage in the treatment of BPH, the advantage of PVP compared with TUR-P is a minimalization of bleeding and TUR- syndrome, very short time or no time of leaving of the permanent catheter and shorter hospitalization time. GL is an experimental method in other indications (kidney resection, stricture of urethra, urinary bladder tumour) for the present.

**Key words:** benign prostatic hyperplasia, laser, photoselective evaporation of the prostate, transurethral resection of the prostate, partial nephrectomy.

Endoskopie 2009; 18(3): 124–127

## Úvod

„Zelený laser“ (GreenLight™, GL) o výkonu 80 W na bázi krystalu kalium-titanyl-fosfátu (KTP, 532 nm) byl poprvé uveden do klinické praxe v roce 1997 (1, 2). Nedávno inovovaný GL s vyšším výkonem 120 W (HPS, high performance system) je na bázi krystalu litium triboridu (LBO). Vlastnosti laserových systému jsou všeobecně závislé na vlnové délce a absorpci laserového světla ve vodě a v hemoglobinu (obrázek 1). Tyto vlastnosti způsobují odlišnou hloubku penetrace a zónu nekrózy ve tkáni. GL se díky své vlnové délce (532 nm) selektivně absorbuje v hemoglobinu více než ostatní laserové systémy. Dochází tak k rychlé vaporizaci tkáně a excelentní hemostáze s nízkou penetrací energie do hlubších vrstev tkáně, a tím pádem nízkým stupněm poškození okolí cílové tkáně. Klinické využití GL v urologii je v současnosti především v miniinva-

zivní léčbě benigní hyperplazie prostaty (BPH), která postihuje více jak 50 % mužské populace ve věku nad 60 let (3). Indikační kritéria léčby BPH se stále vyvíjejí, ale nejčastější indikací zahájení léčby BPH jsou mikční symptomy (4). Současné možnosti léčby BPH zahrnují medikamentózní léčbu, minimálně invazivní termoterapii nebo hypertermii, endoskopické resekce nebo vaporizace a v menší míře otevřené výkony. Uznávaným zlatým standardem endoskopické léčby BPH je v současnosti stále transuretrální resekce prostaty (TUR-P), která je stále referenční metodikou, vůči které by měly být srovnávány ostatní léčebné modalit (4, 5). V současnosti je pomalu vytlačována jinými miniinvazivními technikami, pomocí kterých je možno dosáhnout nejen stejných, ale i dlouhodobě lepších výsledků. GL je v současnosti nejpoužívanější laserovou technikou v léčbě BPH, tzv. fotoselektivní vaporizace pro-

staty (PVP). Dále hodnotíme i další využití GL při resekcí ledviny (neboli parciální nefrektomii) bez klampování cév renálního hilu. Tato metoda byla dle literatury zatím provedena pouze na experimentální úrovni na prasečím či telecím modelu. Mezi další možné využití GL patří endoskopická léčba povrchového nádoru močového měchýře a léčba striktur močové trubice.

## Metodika

Laserové systémy se od sebe liší vlnovou délkou paprsku, výkonem a typem vyzařování energie (pulzní nebo kontinuální) (6–10). Přehled vlnových délek jednotlivých laserů a jejich absorpčních koeficientů je uveden na obrázku 1. Při kontaktu laserové energie s tkání může docházet k jednomu či více následujících jevů. **Fototermický efekt** – absorbovaná světelná energie se přeměňuje v teplo (koagulace proteinů

při 40–60 °C, tkáňová vaporizace při teplotě vyšší než 300 °C). **Fotomechanický efekt** – v případě pulzních laserů aplikovaných na litiázu dochází k narušení vnitřní struktury konkrementu a jeho defragmentaci. **Fotochemický efekt** – je založen na selektivní fotoaktivaci látek vedoucí k jejich přeměně např. na toxické radikály. **Efekt spojení tkání (tissue-welding effect)** – na rozdíl od výše jmenovaných efektů, které působí destruktivně na tkáň, je možno využít tohoto fenoménu ke spojení a rekonstrukci tkáně. K laserům využitelným k této metodě patří GL, barvivový laser nebo Nd:YAG laser.

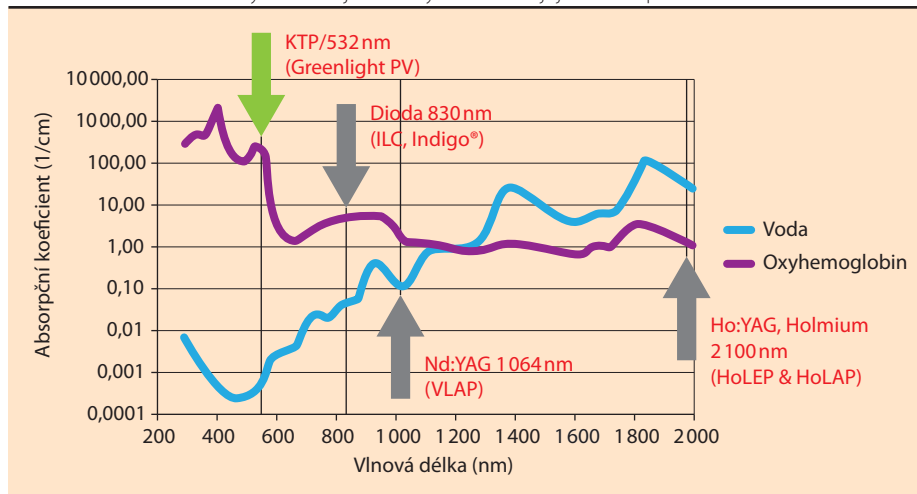
### Lasery v léčbě BPH

Aplikace laserové energie do tkáně prostaty může mít dva efekty. Buď může dojít ke koagulaci nebo k vaporizaci tkáně. Při koagulaci dosahuje teplota v místě adenomu 100 °C, což vede k denaturaci proteinů s následným vznikem nekrózy, její resorpci a zmenšení objemu tkáně. Při vaporizaci dosahuje teplota 300 °C, což vede k přímému odstranění tkáně „odpařením“. Výsledný efekt na tkáň je kombinací vlnové délky, hustoty energie (J/cm<sup>2</sup>) a délky a způsobu působení laserového záření. Před uvedením GL se zkoušely různé laserové systémy, především neodýmium: yttrium-aluminium-garnet laser (Nd:YAG, 1 064 nm) s technikou vizuální laserové ablace prostaty (VLAP) nebo diodový laser (830 nm) k tzv. intersticiální laserové koagulaci (ILC). Obě tyto techniky však v porovnání se standardním TUR-P přinesly podobné klinické výsledky, ale nevýhodou byl vysoký počet reoperací, proto se již v podstatě nepoužívají. Kromě GL se nově používají Holmium:YAG (Ho:YAG, 2 100 nm) a Thulium (1 940 nm) laser, které pracují na podobné vlnové délce, a proto mají stejné, resp. podobné vlastnosti, jsou absorbovány ve vodě. Nejčastěji používaný způsob v urologii je vaporesekce prostaty, tzv. holmium laser ablace/enukleace prostaty (HoLAP/HoLEP) a také se používá jako incizní laser v otevřené chirurgii. Holmium prostatektomie je ve zlepšení BPH symptomů stejně efektivní jako TUR-P, ale vyžaduje mnohem delší dobu tréninku (11).

### „Zelený laser“ v léčbě BPH

V roce 2003 byla publikována první data týkající se 80W přístroje, který svým výkonem dále urychluje a usnadňuje provedení vaporizační prostatektomie a poskytuje lepší hemostázu, hovoříme o fotoselektivní vaporizaci prostaty (PVP) (obrázek 2). Díky těmto vlastnostem je možné řešit touto metodou i prostaty o větším objemu. Další výhodou PVP je možnost použití

**Obrázek 1.** Přehled vlnových délek jednotlivých laserů a jejich absorpčních koeficientů



isotonické iontové irigační tekutiny. Kombinací minimálního vsřebávání proplachu a užití těchto roztoků je prakticky anulováno nebezpečí TUR syndromu. Tento fakt poskytuje pacientům rychlou rekonvalescenci po výkonu.

### Metodika provedení laserové ablace pomocí Zeleného laseru:

**výběr pacienta se řídí obecnými pravidly indikačních kritérií chirurgické léčby BPH.** Každý pacient musí být vyšetřen klinicky a pomocí základního laboratorního screeningu. V případě elevace prostatického specifického antigenu (PSA) je vždy před PVP indikována punkční biopsie prostaty pod USG kontrolou, protože výtěžnost tkáně na histologické vyšetření v rámci PVP je prakticky nulová. Velikost prostaty neomezuje provedení PVP. Prostaty s velikostí nad 100 g je možno řešit ve dvou sezeních (12). Významnou výhodou PVP je možnost indikovat pacienty s antikoagulační terapií. Ani elevace hodnoty INR není kontraindikací provedení PVP, tyto pacienty není nutno převádět na nízkomolekulární hepariny a je možno operovat i při těchto hemokoagulačních parametrech.

### Instrumentárium

Laserový zdroj Laserscope GreenLight PVP (80W) nebo novější HPS (120W) (obrázek 3) – výhody novějšího modelu jsou chlazení vzduchem (původní model byl chlazen vodou, což vyžadovalo spojení se zdrojem vody), dotyková obrazovka, menší divergence laserového paprsku (umožňuje rychlejší vaporizaci a větší pracovní vzdálenost vlákna), duální nožní pedál (valorizace/koagulace, není třeba ručně nastavovat koagulační mode). Dále je nutné vlákno se šikmým vyzařováním paprsku, irigační cystoskop, irigační tekutina (lze použít buď sterilní vodu nebo fyziologický roztok), standardní zdroj světla

**Obrázek 2.** Záznam z operačního sálu při fotoselektivní vaporizaci prostaty „zeleným laserem“ GreenLight HPS (high performance system) 120W



**Obrázek 3.** Laserový zdroj GreenLight™ Laserscope® 120 W (532 nm, HPS, high performance system)



a odsávačka. Endoskop je speciálně upraven pro PVP a je vyráběn řadou firem (Storz, Wolf, Olympus).

## Anestezie

Pacienti mohou být buď v celkové anestezii s endotracheální intubací, ve spinální anestezii nebo v analgosedaci, která je doplněna prostátním blokem.

## Vlastní provedení výkonu

Za kontroly zraku je zaveden cystoskop do lumina močového měchýře s následnou lokalizací ureterálních ústí, přítomnost cystolitíazy či uroteliálního karcinomu. Vlastní vaporizace začíná na hrdle močového měchýře v oblasti středního laloku. Laserové vlákno je vybaveno červeným vodičím paprskem, který umožňuje přesné zacílení energie. Vlákno by mělo být ve vzdálenosti 0,5–2 mm (při použití KTP, 80 W) či 3–5 mm (při použití HPS, 120 W) od vaporizované tkáně. Následuje vlastní vaporizace, která je umožněna rotací vlákna nad tkání prostaty. Vaporizace postupuje od hrdla směrem k seminálnímu koliku. Nejprve střední lalok a poté postranní laloky. Objeví-li se větší krvácení, musí chirurg v případě 80 W laseru oddálit vlákno na cca 3–4 mm od místa krvácející cévy a aplikovat laserovou energii, která s nárůstem vzdálenosti mění svůj vaporizační charakter na koagulační a uzavře cévu, nebo lze ručně snížit výkon přístroje na 30 W (pouze koagulace). V případě 120 W přístroje se použije nožní pedál na koagulační mode. Po výkonu je patrný kanál po odstraněné prostatické tkáni podobně jako po TUR-P. Následuje kontrola hemostázy. V případě mírně hematurického proplachu je močový katétr ponechán několik hodin po výkonu (průměrně 18 až 24 hodin).

## Komplikace

Míra komplikací po PVP dosahuje průměrně 5 %, nejčastěji se vyskytuje opakovaná retence po vynětí permanentního katétru, infekce močových cest a stenóza hrdla močového měchýře (12). Komplikace ve smyslu inkontinence popsány nebyly. Taktéž míra retrogradní ejakulace je menší než po klasické TUR-P.

## Resekce ledviny (parciální nefrektomie) „zeleným laserem“ (KTP, 532 nm, 80 W)

Dosud byly zkoušeny různé laserové systémy k resekci ledviny. Jejich vlastnosti jsou závislé na vlnové délce a absorpci laserového světla ve vodě a v hemoglobinu. Tyto vlastnosti způsobují odlišnou hloubku penetrace a zónu nekrózy ve tkáni. Vzhledem k vlastnostem GL je vysoce prokrvený parenchym ledviny ideální tkání pro jeho využití právě k resekci ledviny. V literatuře jsou zatím uvedeny experimenty na prasečím či telecím modelu. Dosud se této problematice

věnovalo několik skupin. Někteří provedli různě rozsáhlou resekci Zeleným laserem laparoskopicky, buď s nebo bez klampování renálního hilu, např. Moynadeh a kolektiv popsali laparoskopickou resekci tumoru na telecím modelu bez klampování renálního hilu (13), Hindley a kolektiv a Anderson a kolektiv provedli laparoskopickou resekci ledviny na prasečím modelu (14, 15), druhá skupina provedla resekci většího objemu ledviny. Autoři prokázali proveditelnost a bezpečnost výkonu pomocí Zeleného laseru s možností provedení výkonu bez klampování renálního hilu s vynikajícím hemostatickým účinkem. Někteří z autorů při výkonu necileně otevřeli i dutý systém ledviny a provedli jeho uzavření pokračujícím stehem či aplikovali fibrinové lepidlo. My jsme se zaměřili na provedení rozsáhlejší resekce ledviny Zeleným laserem bez klampování renálního hilu s otevřením dutého systému a jeho následnou suturou (16) (obrázek 4). Celkem jsme otevřeně provedli 12 výkonů na prasečím modelu, kde jsme prokázali, že sutura otevřeného dutého systému po laserové resekci ledviny je možná, ale nedojde ke zhojení v termicky poškozené tkáni. Prokázali jsme bezpečný a dostatečný hemostatický efekt laseru na krvácení z menších cév (interlobulární cévy přibližně 1 mm v průměru) a nedostatečný hemostatický efekt na krvácení z větších cév (lobulární a segmentální cévy). Metoda se dá pravděpodobně aplikovat k resekci ledviny bez klampování ledvinového hilu u periferně lokalizovaných nádorů, které jsou vzdálené od dutého systému ledviny. Před použitím v klinické praxi by mělo být provedeno více prospektivních studií na experimentálním modelu.

## „Zelený laser“ v léčbě striktur močové trubice

Mnoho klinických studií prezentovalo využití KTP laseru v léčbě striktur uretry. Od počátku 90. let bylo použito několik laserů o nižším výkonu (5–40 W), které neměly vaporizační účinek jako nové lasery s vysokým výkonem (80–120 W). Výsledky byly poměrně dobré, ale s dalším vývojem KTP laseru se zdály být slibnější. S příchodem vysokovýkonového laseru (80 W) byly prezentovány i povzbuzující výsledky v léčbě striktury bulbární a membranózní uretry (17). Malloy a kolektiv prezentovali techniku při nastavení přístroje na 60 W, kdy provedli cirkumferentní ablaci v místě striktury s úplným odstraněním bradytrofické tkáně (18). Díky povrchní a hemostatické vaporizaci KTP laseru došlo k precizní rekanalizaci striktury uretry. Navzdory slibným výsledkům, efektivita KTP laseru v léčbě striktur uretry zůstává nejasná a chybí dlouhodobé výsledky, které by prokázaly výhodu v porovnání s konvenční uretrotomií.

**Obrázek 4.** Stav po resekci dolního pólu pravé ledviny KTP laserem (532 nm, 80 W) bez klampování renálního hilu s otevřením dutého systému na prasečím modelu



## „Zelený laser“ v léčbě povrchového nádoru močového měchýře

Zlatým standardem léčby povrchových forem močového měchýře je transuretrální resekce tumoru (TUR-T) pomocí resekční kličky. Možnou alternativní léčbou TUR-T je vaporizace povrchového nádoru Zeleným laserem, která se zdá mít několik výhod. Díky vysoké afinitě laserové vlnové délky k hemoglobinu nedochází prakticky během výkonu ke krvácení a chirurg má lepší přehlednost v měchýři při odstraňování nádoru. Optická penetrace KTP do hloubky je 0,8 mm, což umožňuje vaporizovat nádor vrstvu po vrstvě, aniž by došlo k poškození hlubších svalových vrstev eventuálně perforaci stěny měchýře. Při TUR-T se používá především monopolární proud a v některých případech může dojít k tzv. obturátorovému reflexu neboli spasmu obturátorového svalu na podkladě stimulace obturátorového nervu, což značně omezuje bezpečnost výkonu. Zelený laser tento reflex eliminuje, neboť není použit elektrický proud. Další výhodou je použití menšího cystoskopu 21 F, který méně traumatizuje uretru, je tedy menší riziko tvorby striktury uretry. Chapin a kolektiv prezentovali soubor 12 pacientů, u kterých měl KTP laser vynikající hemostatický efekt a metoda se zdá být užitečná u extenzivních, low-grade, tumorů močového měchýře stadia Ta, kde by byl TUR-T obtížně proveditelný (18). Při kontrolní cystoskopii nebyla u povrchových forem tumoru patrná recidiva (citace). Nevýhodou této metody jsou malé prezentované soubory pacientů a chybění dlouhodobého follow-up.

## Diskuze

Kontinuální hledání nových, miniinvasivních technologií léčby pacientů s BPH přineslo do praxe mnoho alternativ klasické TUR-P. Většina nových metodik je založena na laserové energii. Důvodem hledání nových technických a operačních postupů je další snížení per a perioperační morbidit a zvýšení komfortu nejen pro pacien-

ta, ale i lékaře. Krevní ztráty spojené s TUR-P byly jedním z nejdůležitějších aspektů vedoucích k rozvoji laserových technik. I přes výše uvedená fakta je TUR-P v současnosti považován za zlatý standard léčby BPH, který signifikantně ovlivňuje uroflow a symptomové skóre pacientů a je zatížen relativně nízkou mírou nutných reoperací (19, 20). Na druhé straně je TUR-P metodou relativně náročnou s potenciálním rizikem vzniku komplikací. Learning curve se v případě TUR-P pohybuje od 50–100 provedených výkonů. Nezanedbatelný není ani aspekt finanční ve vztahu k nákladnosti řešení komplikací způsobených krvácením, TUR syndromem a prodlouženou dobou hospitalizace (21, 22). V začátcích laserových technik se jednalo o kompromis mezi délkou operačního času, který byl výrazněji delší, a krevní ztrátou. Tím pádem i výsledky u větších prostat nebyly v případě miniinvasivních laserových metodik tak dobré, jako u TUR-P. Proti rychlejšímu rozvoji laseru v léčbě BPH hovořil větší počet iritačních komplikací a delší doba katetrizace po výkonu (20–24). V posledních letech došlo k významnému vylepšení laserových technik. Technická úroveň současných přístrojů umožňuje v současnosti srovnat operační čas s TUR-P a zároveň poskytuje lepší možnosti hemostázy. O využití KTP laseru v urologii jsou data od roku 1998 (9, 24). Postupně docházelo k navyšování výkonu KTP laseru z 40 W na současných 120 W, zdokonalování aplikačního vlákna. První práci využívající vysoko-výkonový 60 W KTP laser publikoval Malek a kolektiv. Jednalo se o skupinu 55 pacientů. Autor dochází k excelentním výsledkům při dvouletém sledování parametru maximálního průtoku. K podobným výsledkům dochází stejný autor v novější práci, kdy hodnotí soubor 98 pacientů ze sedmi pracovišť s využitím 80 W přístroje (25). První práci, která hodnotí výsledky neselektované skupiny pacientů, je práce Sulsera a kolektivu (26), kteří hodnotí skupinu 65 pacientů, kteří podstoupili PVP. Velikost prostaty se pohybovala od 15–250 gramů. Zajímavá je práce Hoffmana a kolektivu (27), která provádí metaanalýzu 16 studií a srovnává laserové techniky proti TUR-P. Celkem bylo zhodnoceno 1 488 pacientů trpících symptomy obstrukce dolních cest močových. Při srovnávání maximálního průtoku došlo u skupiny pacientů ošetřených laserem ke zlepšení oproti výchozímu stavu o 56–119%, u pacientů po TUR-P se maximální průtok (Qmax) zlepšil o 96–127%. Provedeme-li srovnání výsledků Qmax po TUR-P práce Hoffmana a kolektivu s výsledky studie Sulsera a kolektivu (26) ze souboru pacientů po PVP, tak je patrný minimálně srovnatelný resp. spíše lepší efekt PVP. Komplikace, které se vyskytly, byly retence (5%) a dysurie (9,6%). Ani v jednom případě nebylo

potřeba podání krevních transfuzí (25). Logickým podkladem je fakt, že po vaporizaci prostaty je dutina po výkonu bez epiteliálního krytu a zbylé stroma je daleko více náchylné kolonizaci bakteriemi. U pacientů, u kterých byla provedena cystoskopie po PVP, dochází k reepitalizaci zhruba za 5–6 týdnů (27). Výsledky našeho souboru byly publikované a přednášeny nejen v Čechách, ale i na mezinárodní úrovni a jsou zcela srovnatelné s ostatními světovými pracovišti (28).

### Závěr

„Zelený laser“ (GreenLight, GL) má rutinní užití v léčbě BPH, výhodou oproti TUR-P je minimalizace krvácení, anulování rizika TUR syndromu, žádná nebo velice krátká doba ponechání permanentního močového katétru po výkonu a kratší doba rekonvalescence. Metoda PVP umožňuje dosáhnout nejen srovnatelných, ale i dlouhodobě lepších výsledků. Na základě získaných zkušeností se nám jeví z dnešního pohledu jako progresivnější cesta fotoselektivní vaporizace prostaty. Tuto domněnku podporuje i prudký nárůst prováděných zákroků PVP ve vyspělých zemích za poslední rok (29). V ostatních indikacích (resekce ledviny, striktura uretry a nádor močového měchýře) je užití GL zatím jen experimentální.

*Práce byla podpořena  
výzkumným záměrem MSM 0021620819.*

### Literatura

- Kuntzman RS, Malek RS, Barrett DM. High-power (60 watt) potassium-titanyl-phosphate laser vaporization prostatectomy in living canines and in human and canine cadavers. *Urology* 1997; 49: 703–708.
- Malek RS, Barrett DM, Kutzmann RS. High-power potassium-titanyl-phosphate (KTP/532) laser vaporization prostatectomy: 24 hours later. *Urology* 1998; 51: 254–256.
- Berry SJ, Coffey DS, Walsh PC. The development of human benign prostatic hyperplasia with age. *J Urol* 1984; 132: 474–479.
- AUA Practice Guidelines Committee: AUA guideline on management of benign prostatic hyperplasia (2003). Kapitola 1: Diagnosis and treatment recommendations. *J Urol* 2003; 170: 530–547.
- Fitzpatrick JM, Mebust WK. Minimally invasive and endoscopic management of benign prostatic hyperplasia. In: Walsh PC, Retik AB, Vaughan ED, a kol. *Campbells Urology*. 8th Edition. Philadelphia: WB Saunders, 2002: 1379–1422.
- Smith JA jr. Urologic laser surgery. In: Walsh PC, Retik AB, Stamey TA, Vaughan ED, eds. *Campbells Urology*. 6th Edition. Philadelphia: WB Saunders, 1992: 2923–2941.
- Watson G, Murray S, Dretler SP, Parrish JA. The pulse-dye laser for fragmenting urinary calculi. *J Urol* 1987; 138: 195–198.
- Jung P, Wolff JM, Mattelaer P, Jakse G. Role of lasertrip-sy in the management of ureteral calculi: Experience with Alexandrite laser systém in 232 patients. *J Endourol* 1996; 10: 345–348.
- Wollin TA, Denstedt JD. The holmium laser in urology. *J Clin Med Surg* 1998; 16: 13–20.
- Hai MA, Malek RS. Photoselective vaporization of the prostate: initial experience with a new 80 W KTP laser for the treatment of benign prostatic hyperplasia. *J Endourol* 2003; 17: 93–96.
- Toohar R, Sutherland P, Costello A, et al. A Systematic Review of Holmium Laser Prostatectomy for Benign Prostatic Hyperplasia. *J Urol* 2004; 171: 1773–1781.
- Sandhu JS, Casey NG, Vanderbrink A, Egen C, Kaplan S. High-power potassium-titanyl-phosphate photoselective laser vaporization of prostate for treatment of benign prostatic hyperplasia in men with large prostates. *Urology* 2004; 64(6): 1155–1159.
- Moinzadeh A, Gill IS, Rubenstein M, et al. Potassium-titanyl-phosphate laser laparoscopic partial nephrectomy without hilar clamping in the survival calf model. *J Urol*. 2005; 174: 1110–1114.
- Hindley RG, Barber NJ, Walsh K, et al. Laparoscopic partial nephrectomy using the potassium titanyl phosphate laser in a porcine model. *Urology*. 2006; 67: 1079–1083.
- Anderson KJ, Baker MR, Lindberg G, et al. Large-volume laparoscopic nephrectomy using potassium-titanyl-phosphate (KTP) laser in a survival porcine model. *Eur Urol*. 2007; 51: 749–754.
- Eret V, Hora M, Sýkora R, et al. GreenLight (532 nm) laser partial nephrectomy followed by the suture of the collecting system without renal hilar clamping in a porcine model. 2008. *Urology*. Epub ahead of print, doi:10.1016/j.urology.2008.03.011.
- Malloy TR. Emerging high-power KTP laser applications in urology. *Contemp Urol* 2005; 17: 30–37.
- Chapin BF, Eisner BH, Lahey S, et al. The use of KTP laser tumor ablation for treatment of bladder transitional cell carcinoma (initial results). *Urology* 2007; 70(Suppl 3A): 144.
- Madersbacher S, Marberger M. Is transurethral resection of the prostate still justified? *BJU int* 1999; 83: 227–231.
- Schatzl G, Madersbacher S, Djavan B, Lang T, Marberger M. Two years results of transurethral resection of the prostate versus four less invasive treatment options. *Eur Urol* 2000; 37: 695–701.
- Horninger W, Unterlechner H, Strasser H, Bartsch G. Transurethral prostatectomy: mortality and morbidity. *Prostate* 1996; 28: 195–201.
- Mebust WK, Holtgreve HL, Cockett AT, Peters PC. Transurethral prostatectomy: immediate and postoperative complications: a comparative study of 13 participating institutions evaluating 3885 patients. *J Urol* 1989; 141: 243–248.
- Tunuguntla HS, Evans CP. Minimally invasive therapies for benign prostatic hyperplasia. *World J Urol* 2002; 20: 197–182.
- Shingleton WR, Terrel F, Renfro L, Kolski J, Fowler JE. Low-power v high power KTP laser: Improved method of laser ablation of prostate. *J Endourol* 1999; 13: 49–52.
- Te AE, Malloy TR, Stein BS, Ulchaker JC, hai MA, Nseyo UO, Malek RS. Photoselective laser vaporization of the prostate (PVP) for treatment of benign prostatic hyperplasia (BPH): The first results of United States multicenter prospective trial. *J Urol* 2004; 172: 1404–1408.
- Sulser T, Reich O, Wyler S, Ruszat R, Casella R, Hofstetter A, Bachmann A. Photoselective KTP laser vaporization of the prostate: First Experience with 65 procedures. *J Endourol* 2004; 18(10): 976–981.
- Hoffman RM, Mac Donald R, Slaton JW, Wilt TJ. Laser prostatectomy versus transurethral resection for treating benign prostatic obstruction: a systematic review. *J Urol*, 2003; 169: 210–216.
- Klecka J, Hora M, Behounek P, et al. Our experience with 150 patients treated by photoselective vaporization of the prostate (PVP) in the Czech Republic. *Urol* 2007; 70(3 A suppl): 252.
- Rueter M. PVP Statistics, Laserscope internal communication.

### MUDr. Viktor Eret

Urologická klinika LF UK a FN Plzeň  
Dr. Edvarda Beneše 13, 305 99 Plzeň  
eretv@fnplzen.cz

