

文章编号: 1001-3806(2011)05-0718-03

激光技术在良性前列腺增生手术的应用及发展

余小敏

(北京龙慧珩医疗科技发展有限公司, 北京 102209)

摘要: 介绍了良性前列腺增生手术的发展;阐述了激光前列腺增生手术的原理;介绍了目前 KTP 绿激光、2 μ m 激光和最新的半导体激光手术新方法、特点以及相互之间的比较;并展望了激光手术有可能替代目前传统手术,成为良性前列腺手术的发展新方向。

关键词: 医用光学与生物技术;激光手术;前列腺切除术;良性前列腺增生

中图分类号: R697 **文献标识码:** A **doi:**10.3969/j.issn.1001-3806.2011.05.038

Application and development of laser technology in BPH

YU Xiao-min

(Beijing L. H. H. Medical Science Development Co. Ltd., Beijing 102209, China)

Abstract: First of all, the development in the treatment of benign prostatic hyperplasia (BPH) was introduced. Then the principle of laser vaporesction was explained. Several new methods, characteristics were introduced and compared, such as KTP green light, 2 μ m continuous wave laser and diode laser. Finally, it was prospected that laser vaporesction might be the potential new technology to replace the traditional surgery in the treatment of BPH.

Key words: medical optics and biotechnology; laser surgery; prostatectomy; benign prostatic hyperplasia

引言

良性前列腺增生症 (benign prostatic hyperplasia, BPH) 是 50 岁以上男人最普遍的病症, 60 岁以上老年人 BPH 发病率高达 33% ~ 63%^[1]。BPH 的病因主要是由于雄性激素双氢睾酮在前列腺内过度积累, 导致间质细胞增生而引发的, 其临床症状主要表现为尿频、尿痛和尿潴留等, 严重影响患者的身体健康及生活质量。目前临床以药物、手术治疗为主, 药物治疗周期长、见效缓慢, 而手术治疗相比较有一定风险, 但是治疗效果明显。手术治疗经历了开放性手术切除前列腺, 经尿道前列腺汽化电切术 (transurethral vaporization of the prostate, TU-VP), 到目前的激光微创手术治疗。

一些专家认为, 前列腺体积大于 75mL 应采用开放式手术, 但这种手术创伤大、出血住院时间长、手术期危险大、并发症多, 不适合年老体弱患者手术。经尿道前列腺电切术 (transurethral resection of the prostate, TURP) 有 70 多年历史, 经尿道插入电切镜, 在直视下用导电的电切环切除前列腺组织增生。与传统的开放

前列腺电切手术相比, 这种方法不需要切开皮肤, 病人痛苦小、失血少、恢复快, 术后很快改善排尿症状, 几乎所有前列腺手术都可采用 TURP 的方法, 它被国际上公认为前列腺手术治疗的“金标准”。但仍有出血及前列腺电切综合症等并发症发生, 尤其前列腺体积越大, 手术时间越长, 术中及术后的并发症发生率越高, 比例达到 20% 以上^[2]。人们一直在寻求更好的可以替代 TURP 的手术方式。近几年来, 各类新型手术激光技术不断挑战 TURP 的地位, 如以钬激光、KTP 绿激光和 2 μ m 钕激光为代表的固体激光和 980nm 为主的半导体激光技术。

1 激光良性前列腺增生手术的原理

激光良性前列腺手术的原理是在局部麻醉条件下, 激光医用光纤通过膀胱镜或内窥镜经尿道进入到前列腺增生组织部位, 医师在外部影像的辅助指导下, 通过光纤末端发射的激光能量, 与前列腺组织热作用^[3], 汽化、切割增生前列腺组织, 达到改善前列腺组织对尿道的压迫。手术中汽化、切割的组织通过冲洗液排出体外。激光无电场效应, 故术中可采用生理盐水冲洗膀胱, 术中及术后发生电解质紊乱的风险极小, 提高了手术的安全性, 缩短了术后护理时间。

作者简介: 余小敏 (1977-), 男, 博士, 从事激光医疗设备的开发与研究。

E-mail: jonahyxm@yahoo.com.cn

收稿日期: 2010-11-22; 收到修改稿日期: 2011-01-06

2 激光手术技术

2.1 Nd:YAG 激光

早期激光波长采用 1064nm 波段,但是经过临床试验后发现,该波段前列腺组织吸收低,激光作用后凝固性坏死组织深度达 1cm,对正常组织的损伤大。术后导尿管留置时间长,复发率超过 20%。目前该波段激光基本不用于 BPH 手术^[4]。

2.2 钬激光(Ho:YAG)手术

钬激光波长为 2.12μm,水的吸收系数高,激光能量能被水大量吸收而很少被组织血红蛋白吸收,临床上主要表现以切割为主。激光的组织穿透深度只有 0.4mm(见表 1),切割精度高,对周围组织损伤小,

表 1 不同波长的光学穿透深度^[3]

激光	波长/nm	水的吸收系数/cm ⁻¹	光学穿透深度/mm	
			水	组织
绿激光	532	0.0006	30000	0.8
钬激光	2100	36	0.4	0.4
钪激光	2000	90	0.3	0.3
半导体激光	980	0.78	14	0.8

但切割速度较慢,从 1995 年起应用于泌尿科 BPH 临床,经历了钬激光前列腺消融术、切除术、剝除术过程。消融术和切除术操作过程中,光纤必须保持充分靠近目标,否则能量会被周围水吸收散失,但是难以依靠气泡形成持续汽化,多针对 40mL 以下的腺体,治疗大的腺体效率低且耗时。剝除术是一项完全不同的手术方式,利用钬激光能量完整的切割前列腺组织,再利用粉碎器切成小块从膀胱内取出。对手术者经验和能力要求高,不好掌握,而且增加了损伤膀胱的可能性和危险性。目前,钬激光技术在 BPH 手术中应用有限。

2.3 KTP 绿激光手术

KTP 绿激光是利用半导体激光抽运晶体再经过倍频后输出的 532nm 激光,该激光波段能很好地被血红蛋白吸收,而很少被水吸收(见图 1),因此,也称为选择性激光前列腺气化手术(photoselective vaporization of the prostate,PVP)。血红蛋白对绿激光的高度吸收使得激光在组织中穿透深度达 0.8mm。光的选择性吸收原理使得组织中血液大量吸收激光能量,瞬间形

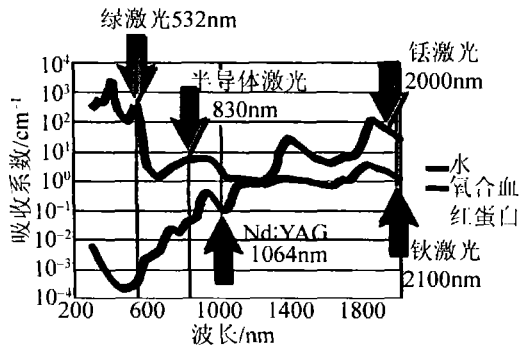


图 1 不同激光的吸收特性曲线

成气泡,冲破胶原纤维的束缚,这种反应称为汽化。组织中残留的热量形成一层约 1mm~2mm 的凝固层,达到止血效果,不会形成水肿。磷酸钛氧钾(KTiOPO₄, KTP)绿激光手术方式采用侧向光纤通过连续冲洗的膀胱镜,从前列腺中叶开始汽化出一通道直至精阜,然后开始汽化两侧叶。最近临床发现 KTP 激光对大体积的增生组织也有效果。LIU 等人^[5]报道使用 KTP 激光对 82 例患者在 80W 汽化平均前列腺体积 176mL,手术平均时间 120min,术后导尿管留置时间平均 35.2h,国际前列腺症状评分(international prostate symptom score,IPSS)27.5 分降至 5.8 分,最大尿流率(maximum urinary flow rate, Q_{max})4.9mL/s 增至 19.8mL/s,生活质量评分(quality of life, QoL)4.6 降至 1.7。术前后血红蛋白和电解质变化无明显差异。术后随访 3~6 个月,无尿失禁、排尿困难及再手术等并发症,手术疗效满意。

2.4 2μm 钪激光

目前,比较流行的钪激光中心输出波长范围在 1.75μm~2.22μm 之间,也称为 2μm 激光,2004 年起用于良性前列腺手术临床。与钬激光类似,该波段激光处于人眼的保护窗口,在较长的手术时间内,不会像 KTP 激光对手术操作者的眼睛产生刺眼的眩晕。手术中将前列腺切割成若干组织瓣,然后从精阜的近侧沿外科包膜画弧向内推进切割,因此,也称为“剥橘式”切除术^[6-7]。切割汽化一般使用连续激光,将光纤离开组织 1mm~2mm 可止血。2μm 激光组织穿透深度为 0.3mm~0.4mm,组织切割速率为 1.5g/min,产生 0.5mm~1.0mm 的凝固层^[8]。解放军总医院 YANG 等人^[7]报道使用 2μm 激光对 110 例患者在 70W 作用平均前列腺体积为 88.6mL,手术时间 76.0min,平均术后留置导管、术后住院时间分别为 2.9d 和 5.5d,残余尿量(post voiding residual, PVR)由 147.4mL 降至 32.0mL, Q_{max}由 7.2mL/s 增至 20.1mL/s, IPSS 由 25.3 分降至 4.4 分, QoL 由 4.2 降至 1.3,手术前后比较差异均有统计学意义(P<0.05)。与 TURP 手术相比,手术时间、前列腺组织大小切除上没有明显优势,但 2μm 钪激光术中出血少,术中输血病例,术前后血清钠离子及血红蛋白浓度无明显差异,术后无需膀胱冲洗,对于岁数较大的患者,有效地降低发生手术期并发症的危险性^[6]。

2.5 半导体激光手术

半导体激光是目前最新临床研究应用于 BPH,一般选择 980nm 波长,因为该激光波长处于水和血红蛋白吸收的交叉波段,组织穿透深度为 0.8mm,并产生约 0.5mm 凝固层,对于富含水的前列腺组织可以进行有效汽化,血红蛋白的吸收可以有效止血和精确切除。

手术过程与 KTP 激光相似,光纤通过内窥镜或尿道镜行尿道进行前列腺汽化。相对于 KTP 绿激光处于血红蛋白的峰值吸收波段,只针对血管化的前列腺组织汽化有效,980nm 激光可以汽化任何严重血管化或者纤维化的前列腺组织,适用于长期服用药物或 TURP 手术后复发导致前列腺组织严重纤维化的患者。980nm 可以完成 TURP 的所有手术,包括尺寸从 19mL ~ 151mL 的前列腺增生组织。WENDT-NORDAHL 等人用 980nm 激光与 KTP 和 TURP 临床对比结果显示:TURP 切割组织的速度快,但是手术出血多,980nm 激光的止血效果与 KTP 激光一样,但是切割速度更快^[9],分别为 0.724g/min 和 0.399g/min。RAMOSL^[10] 利用 980nm 激光在 120W 对前列腺增生患者进行的临床试验,平均前列腺组织 41.3mL,术后留置尿管时间 12h ~ 40h,IPSS 由 22.4 分降到 6.8 分,QoL 由 3 降到 1.4, Q_{max} 由 6.4mL/s 增至 19.7mL/s,术后无出血和其它并发症。临床试验表明,980nm 半导体激光在良性前列腺手术中效果明显。

除了单一波长输出外,半导体激光技术还可以利用复合波长输出,最新的技术采用 980nm + 1470nm 双波段配合端部弯曲 45° 的旋转“Twister”医用光纤。980nm 波长血红蛋白和水的吸收兼顾,主要是汽化、止血的作用,1470nm 波长水的吸收系数接近于 2 μ m 激光,组织切割速度快(见图 2)。激光可以双波长同时输出也可以分别输出。手术时 Twister 光纤直接接触组织,前列腺组织切割速率可以达到 2g/min ~ 3g/min,比直向光纤或侧向光纤手术时间缩短了近 1 倍,产生小于 1mm 的凝固层。临床测试结果显示,对 40mL ~ 50mL 的前列腺增生手术只需 15min,术后无出血和其它副作用,光纤的使用寿命更长^[11]。

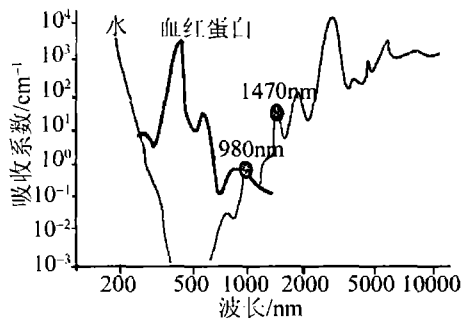


图2 980nm 和 1470nm 激光的吸收特性曲线

2.6 几种激光手术比较

几种激光技术在近几年的临床试验结果显示对 BPH 的治疗效果理想,相对于传统 TUVP,更有出血少、并发症少等优势。半导体激光系统与固体激光系统比较,体积小、重量轻、电光转换效率高,可以方便地输出更大激光功率。绿激光、铥激光目前用于泌尿科,最大输出功率 120W,而临床的半导体激光输出达到

300W,汽化切割速度更快。而且固体激光系统转换效率低,产生热量大,对散热系统要求高,因此整机的体积大,成本昂贵。对于 2 μ m 铥激光系统,其激光波段处于水的吸收峰,虽然有利于汽化、切割,但是激光晶体工作要求相对干燥的环境,对激光系统密封性要求高。铥激光“剥橘式”手术方式使用直向光纤,光纤可以多次使用,而目前绿激光和半导体激光都采用侧向输出光纤治疗,光纤使用寿命有限,手术成本会上升。

3 展望

尽管激光技术在 BPH 手术中的治疗,其远期疗效尚需进一步的观察。但是以激光为主的小型化、成本低、噪音小的设备,手术出血少,治疗时间短,无并发症,术后恢复快,甚至门诊可以完成治疗的技术,将是良性前列腺手术的发展方向。

参考文献

- [1] WEI H J, XING D, HE B H, *et al.* Thermal change on optical penetration depth in human prostatic hyperplasia tissue in vitro[J]. *Laser Technology*, 2008, 32(3): 244-247 (in Chinese).
- [2] WENDT N G, HUCKELE S, HONECK P, *et al.* Systematic evaluation of a recently introduced 2 μ m continuous-wave thulium laser for vaporization of the prostate[J]. *Journal of Endourology*, 2008, 22(5): 1041-1046.
- [3] MARKOLF H N. *Laser tissue interactions fundamentals and applications*[M]. Xi'an: Xi'an Jiaotong University Press, 1999: 45-52 (in Chinese).
- [4] HOFFMAN R, MACDONALD R, SLATION J, *et al.* Laser prostatectomy versus transurethral resection for treating benign prostatic obstruction: a systematic review[J]. *Journal of Urology*, 2003, 169(1): 210-215.
- [5] LIU C L, GAO X S, OU Y Y, *et al.* Clinical observation on therapeutic effect and safety of photoselective vaporization of prostate in treatment of large prostate[J]. *Clinical Journal of Medical Officer*, 2009, 37(5): 807-808 (in Chinese).
- [6] WEI J F, XU Z, YONG Y, *et al.* Comparison of 2 μ m continuous wave laser vaporization of the prostate and transurethral resection of the prostate: a prospective nonrandomized trial with 1-year follow-up[J]. *Urology*, 2010, 75(1): 194-199.
- [7] YANG Y, SUN D C, WEI Z T, *et al.* Technical properties of the transurethral dividing vaporization using the revolvix 2 μ m continuous wave laser for the treatment of benign prostatic hyperplasia[J]. *Applied Laser*, 2009, 29(5): 455-460 (in Chinese).
- [8] WEI J F, BAO F H, YONG Y, *et al.* Vaporization for managing benign prostatic hyperplasia using a 2 μ m continuous wave laser: a prospective trial with 1-year follow up[J]. *BJU International*, 2009, 103(3): 352-356.
- [9] WENDT-NORDAHL G, HUCKELE S, HONECK P, *et al.* 980nm diode laser: a novel laser technology for vaporization of the prostate[J]. *European Urology*, 2007, 52(6): 1723-1728.
- [10] RAMOSL M C. High power 980nm diode laser: preliminary results in the treatment of benign prostatic hyperplasia [J]. *Archivos Españoles de Urologia*, 2009, 62(2): 125-130.
- [11] EROL A, CAM K, TEKIN A, *et al.* High power diode laser vaporization of the prostate: preliminary results for benign prostatic hyperplasia[J]. *Journal of Urology*, 2009, 182(3): 1078-1082.