

The Development of Lasers in Urology

Zhen Zhao¹, Jian Li², Fei Luo²

¹Graduate Department, Tianjin Medical University, Tianjin

²People's Hospital of Tianjin, Tianjin

Email: zhaozhenurology@163.com

Received: Aug. 25th, 2017; accepted: Sep. 8th, 2017; published: Sep. 14th, 2017

Abstract

There has been a long time since the start of lasers in urology, and now it's becoming more usual. With the development of science, people are exploring a new way. Among these devices available, holmium, diode and thulium lasers are the most popular. Lasers can be used for coagulation, vaporization and enucleation depending on the wavelength, the absorption by water and hemoglobin and the depth of penetration. Lasers play a key role when pharmacological treatment was useless for benign prostatic hyperplasia (BPH) patients in many medical centers. Compared with open or endoscopic operations, lasers have better therapeutic results. Treatment of older patient with multiple comorbidities has been made safe when lasers were used in the treatment of urolithiasis, urinary strictures and bladder tumors, and it can reduce the necessity to modify the anticoagulant drug treatment. Laser procedures are less invasive, shorter hospitalization time and guarantee a shorter bladder catheterization time, even eliminate the need for bladder catheterization completely. At the same time, it enables more stable outcomes and lower reoperation rate. However, with the increased competition between laser manufacturers, decreased purchase and maintenance costs, and increased operational safety, laser technology will become an indispensable tool in modern urology.

Keywords

Lasers, Urology, BPH, Urolithiasis

激光在泌尿外科中的应用进展

赵真¹, 李健², 罗飞²

¹天津医科大学研究生院, 天津

²天津市人民医院, 天津

Email: zhaozhenurology@163.com

收稿日期: 2017年8月25日; 录用日期: 2017年9月8日; 发布日期: 2017年9月14日

文章引用: 赵真, 李健, 罗飞. 激光在泌尿外科中的应用进展[J]. 外科, 2017, 6(4): 37-44.

DOI: 10.12677/hjs.2017.64006

摘要

激光的使用贯穿于现代泌尿外科始终, 激光设备的使用也愈发普遍。随着科学技术的发展, 人们一直在探索激光的更多应用。在众多设备中, 钬激光、半导体激光和铥激光是目前使用最多的工具。根据激光的波长、水吸收度、血红蛋白吸收度和穿透深度不同, 激光可以用来凝固、汽化和剷除。在许多医疗中心, 经过众多药物治疗无效的良性前列腺增生, 激光常常被用作它的主要治疗手段。并且和传统开放手术、经尿道电切手术相比, 激光具有更好的治疗效果。激光在泌尿系结石、尿道(输尿管)狭窄和膀胱肿瘤中的应用, 让伴有基础疾病的高龄患者的手术方案变得更加安全, 同时减少抗凝药治疗方案改变的烦恼。激光手术更加微创化, 缩短住院时长、减少保留尿管时间, 有时甚至可以完全避免尿管的置入。而且, 在术后并发症和二次手术率方面, 激光也具有明显改善。总之, 随着激光设备间竞争的激烈化, 设备花费和维修费用的下降, 手术安全性能的提高, 激光将会成为泌尿外科领域不可或缺的设备。

关键词

激光, 泌尿外科, 前列腺增生, 结石

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

自从 1960 年激光发明以来, 50 多种激光曾在临床应用, 多数因为安全因素已经弃用, 不过仍然有 10 种(波长)左右的激光在临床工作中使用。目前, 得益于设备改良、临床需求合理化和术者经验的累计, 加之其学习曲线短、疗效可靠, 激光治疗已在临床疾病治疗中发挥重要作用。例如: 在伴有心血管疾病并且需要抗凝药物的高龄患者的治疗过程中, 接受激光治疗的患者拥有更长的存活期[1]。可见对于此类患者, 激光技术比传统手术具有更高的安全性。与传统手术相比, 激光治疗具有以下优点。第一, 精确度和准确度更高。第二, 创伤更小, 对于血管损伤拥有极好的热凝效果, 因此出血量、水肿、疼痛、瘢痕明显改善。第三, 适用于伴有严重并发症的患者。此外, 激光技术住院时间短, 许多操作可在门诊完成。在泌尿外科领域, 激光在碎石术、前列腺汽化剷除术、肾脏肿瘤部分切除术、尿路上皮肿物切除术、盆底筋膜切开、尿道和输尿管狭窄处理等方面已逐渐广泛应用[2]。EAU 指南显示尽管经尿道前列腺电切术是中-小体积良性前列腺梗阻的金指标, 但前列腺激光汽化、切除、剷除术可作为替代治疗手段, 并且激光技术是粉碎泌尿系结石的最佳治疗方案。现就激光在泌尿外科中的应用现状及发展前景综述如下。

激光(Laser)来自“Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”首字母的缩合。激光光源可能来自于气体、晶体、半导体或者染料等。激光束和组织间的相互作用依靠反射、散射和吸收等物理现象[3]。从医学视角来看, 最重要的现象是激光束经发色团吸收后转化为热能。人体组织中, 光束被血红蛋白、水和黑色素所吸收, 激光能量转化为高温灼烧, 甚至凝固、汽化人体组织(见图 1) [4]。组织对于激光吸收系数越低, 穿透深度越深; 相反吸收系数越高, 穿透深度越浅。此外, 激光发射的波长越短, 转化为热能的比例越高。总之, 激光治疗疗效由吸收介质与激光波长两方面决定。

1. 激光种类

多种激光技术曾运用于泌尿外科领域, 由于存在严重并发症的原因, 许多激光渐渐弃用[5]。目前,

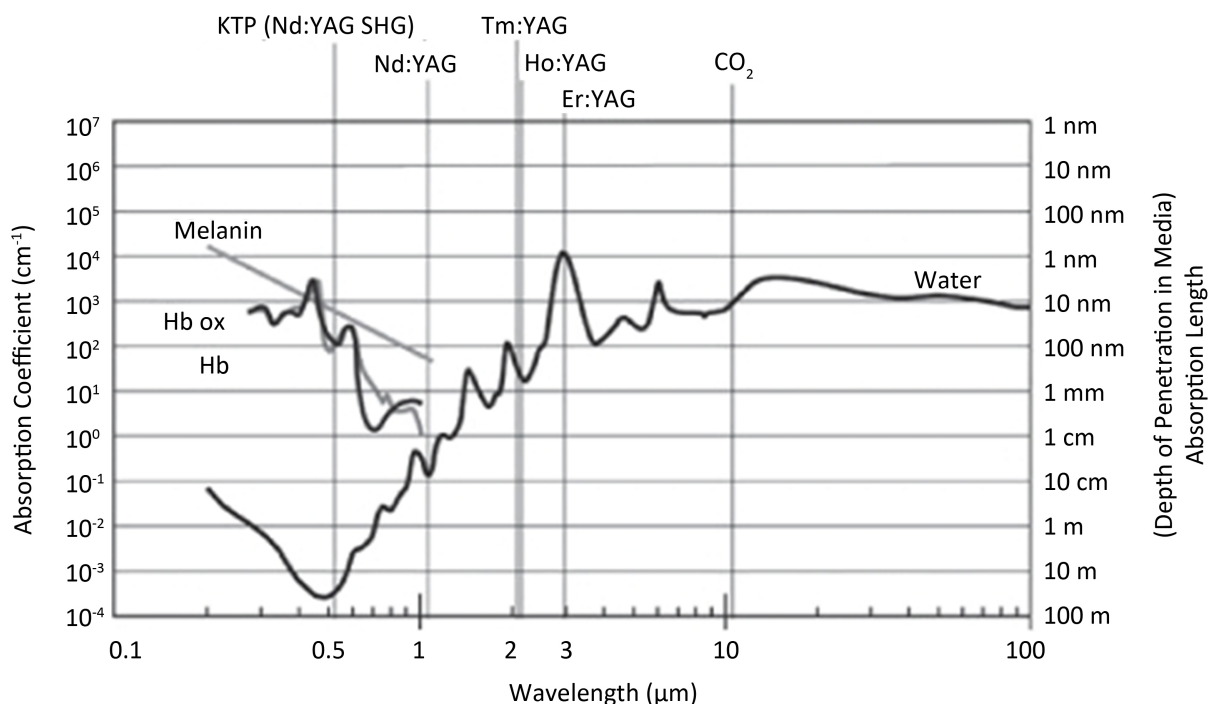


Figure 1. Absorption spectra of melanin, hemoglobin and water by different wavelengths of laser

图 1. 不同波长激光对黑色素、血红蛋白、水的吸收光谱

在泌尿外科领域使用最多的激光主要有：钬激光(Holmium:YAG laser)、绿激光(KTP:YAG)、半导体激光(Diode lasers)和铥激光(thulium lasers)。

1.1. 钕(Nd:YAG)激光

钕激光是过去应用最广泛，同时也是学习最多的一种激光。其波长 1064 nm，组织穿透深度达 1 cm，常引起深层组织凝固性坏死和周围组织的热损伤。Nd:YAG 激光可以通过非接触式作用在视觉上达到激光对前列腺组织的烧蚀(VLAP)，也可以通过接触式烧灼或者间质组织激光烧灼(ILC)。术后常引起水肿导致刺激性下尿路症状(LUTS)和尿潴留，常常延长保留尿管时间。

1.2. 钬激光

钬激光原理是通过激发连接于钕-铝-石榴石晶体上的稀有元素钬产生波长为 2100 nm 的脉冲激光及其瞬间释放的强大能量，达到组织切割凝固作用，同时由于其水吸收的特征，能量主要为表浅组织吸收并达到较高温度而产生汽化作用，而其热损伤深度仅为 0.4 mm。钬激光是目前泌尿外科手术中应用最广的激光，可用于精确的外科止血和切割，并且具有高能脉冲波的特性，可用于治疗结石、尿路上皮肿瘤等。

1.3. 绿激光

绿激光原理是当 Nd:YAG (钕激光)穿过碳酸钬氧钾(KTP)晶体时产生波长为 532 nm (位于可见光谱绿光区域)的脉冲激光，故称绿激光。其能量优先被氧合血红蛋白所吸收，因此有利于血管的凝固和组织的汽化，热损伤深度为 1~2 mm。当然 PVP 也存在一些缺陷，由于组织汽化术后无法对组织进行病理诊断，所以术前必须严格完善前列腺癌的鉴别诊断。梅奥(Mayo)医学中心的临床研究，通过对 PVP 术后 5 年的

随访显示绿激光治疗长期效果确切可靠[6]。

1.4. 半导体二极管激光

二极管半导体激光波长从 980 nm 到 1470 nm, 能量可被水和血红蛋白吸收, 因此具有良好的止血能力和汽化效果。虽然不同文献报道其穿透深度大不相同, 但两种激光在前列腺汽化中的应用均得到印证[7] [8]。然而, 半导体激光同时伴有较高的术后并发症发生率, 如: 膀胱刺激性症状和附睾炎等。

1.5. 铥激光(2 um 激光)

铥激光是微量元素钇-铝-石榴石晶体激发产生的连续激光, 包括有波长 1.92 um 与 2.01 um, 因此常统称为 2 um 激光。由于其波长接近于水的能量吸收峰值, 因而能发挥有效的组织汽化、切割和凝固作用。研究表明, 经尿道前列腺铥激光切除术中出血量明显减少, 术后疗效(最大尿流率、术后 IPSS 评分的改善)与 TURP 相似, 但远期疗效仍有待循证医学证据支持[9]。

2. 激光在膀胱出口梗阻(BOO)病人中的应用

膀胱出口梗阻是尿流动力学上的概念。良性前列腺增生(BPH)是引起中老年男性排尿障碍最常见的一种良性疾病, 主要表现是组织学上的前列腺间质和腺体成分的增生、解剖学上的前列腺增大、尿流动力学上的膀胱出口梗阻和以下尿路症状(LUTS)为主的临床症状。BPH 的发病率随着年龄的增长而增加, 目前已成为泌尿外科最常见的疾病之一。尽管 TURP 手术仍是 BPH 治疗的“金标准”, 但激光凭借良好的凝固止血效果和非导电特性, 经尿道前列腺激光手术已成为 BPH 重要的治疗方式。经尿道前列腺激光手术是通过激光对组织的汽化、切割及切除或组织的凝固、坏死及迟发组织脱落, 达到解除梗阻的目的。

据美国国家医保数据统计, 截止到 2008 年为止, 经尿道前列腺激光汽化术已成为仅次于 TURP 的首选外科治疗方案[10]。James A.Thomas 等人比较接受 PVP 和 TURP 患者发现 PVP 和 TURP 具有相似的安全性和疗效。一项 80W 和 120W PVP 的随访调查显示: 术后 4 年最大尿流率增加 82.5%, 平均 IPSS 评分、PSA 值、前列腺体积分别下降 79.1%、43.8%、22.9%, PVP 展示出稳定疗效、对继发于 BPO 的 LUTS 症状具有明显改善作用[11]。由于绿激光氧化血红蛋白吸收的特性, 故 PVP 具有良好的止血效果。Kumar A 对接受 TURP 和 PVP 的 BPH 患者进行随机研究显示, PVP 组患者具有相对较少的失血量、较低的输血率及更短的尿管保留时间[12]。此外, 侧出束绿激光操作中镜鞘摆动幅度更小, 有效减少术中对尿道外括约肌的损伤, 降低术后尿失禁的发生率。但 PVP 将病理组织完全汽化, 无法获得病理检查结果。

另一个经常使用的激光是钬激光, 其手术途径主要包括前列腺凝结(HoLAP)、剝除术(HoLEP)、切除术(HoLRP)。而钬激光剝除术对于膀胱出口梗阻的疗效得到广泛认可, 同时具有微创手术的诸多好处: 并发症少, 保留尿管时间短, 住院时间缩减[13] [14] [15]。Elshal AM 研究 HoLEP 与 PVP 治疗小体积前列腺(<40 ml)LUTS 患者, 结果显示二者疗效与安全性相似, 并且可适用于前列腺增生的高危患者[16]。前列腺剝除术 HoLEP 在解剖上达到完全剝除腺体的效果, 等同于内镜化的开放手术, 是目前 BPH 外科治疗中研究最多的手术方式[17] [18] [19]。Meta 分析显示 HoLEP 较 TURP 患者显著减少术后尿管保留时间与住院时间, 并显著降低围手术期并发症发生率[20]。

半导体激光的波长从 980 nm 到 1470 nm, 能量可被水和血红蛋白吸收, 因此具有良好的止血能力和汽化效果。Cetinkaya M 比较了 980 nm 激光前列腺汽化术和 TURP 术, 证实半导体激光前列腺汽化术治疗前列腺增生疗效确切, 同时还具有住院时间短、保留尿管时间短(1.45 ± 0.75 VS 2.63 ± 0.49)的优点[1]。起初, 半导体激光主要用于前列腺汽化术, 大量研究表明汽化术具有较高的并发症发生, 有文献报道其二次手术率高达 35% (文献)。一项对比 200 W 的 980 nm 半导体激光和 120 W 的 KTP 激光治疗 BPH 的

RCT 研究显示：两者的症状改善近乎相同，而半导体激光止血效果更佳。但半导体激光更易出现脱落组织导致的排尿困难、附睾炎和刺激症状[21]。目前，已有关于半导体激光前列腺剜除术(DiLEP)的相关研究，但由于激光种类繁多严重阻碍了对比研究。影响半导体激光推广使用的主要副作用是刺激症状和逆行射精，其他文献报道的并发症还有输血要求、穿孔和尿失禁等[22] [23] [24]。

铥激光可应用于 BPH 和膀胱颈挛缩的患者。铥激光穿透深度 0.2 mm，可以迅速汽化组织，因此可以采用汽化术(THuVAP)、汽切术(THuVARP)、汽化剜除术(THuVEP)和剜除术(THuLEP)，文献分析铥激光相关文章显示其安全性、疗效得到有效证明[25]。此外术后一月随访结果显示，铥激光组患者 PSA 明显下降、Qmax 术后并发症发生率两者相似，但铥激光组尿失禁发生率高于 TURP 组(20.9% VS 4.7%) [26]。另一项对比 THuVAP 和 HoLEP 研究显示，120 W 铥激光剜除组剜除时间明显短于 HoLEP 组(58.3 ± 12.8 min vs. 70.5 ± 22.3 min, $P = 0.003$)，两组围手术期血红蛋白下降量相似(17.1 ± 12.0 g/L vs. 15.2 ± 10.1 g/L, $P = 0.415$)，术后 1 个月、6 个月和 12 个月的随访结果显示，两组患者的 IPSS、QoL 评分、Qmax 无明显差异[27]。

激光是治疗 BOO 的一种工具，切割术、汽化术、汽切术、剜除术是众多的手术方式选择。具体激光种类和手术方式选择取决于患者基础疾病、术者对不同术式的研究和激光设备的获取。简而言之，PVP 对有高危出血风险的患者疗效显著，尤其适用于前列腺体积小于 100 ml。激光剜除术围手术期并发症少，具有良好的远期疗效，但学习曲线较陡峭。就目前而言，HoLEP 手术具有最高的 1 级的研究数据支持，并且随访时间最长[28]。

3. 激光在泌尿系结石治疗中的应用

目前腔内碎石的主要方法包括超声碎石、气压弹道碎石和激光碎石。随着输尿管镜和激光技术的发展，输尿管软镜配合钬激光治疗肾结石(小于 2 cm)和肾盏憩室结石取得良好效果。钬激光方向性好，95% 能量被周围 5 mm 的介质水吸收，安全、结石粉末化效果好，且不易引起输尿管、膀胱穿孔。由于该技术利用泌尿道的自然腔道，无需建立其他创伤性通道，创伤小、恢复快、疗效好(优于 SWL)，临床应用前景广阔。

对于特殊体质结石患者，如肥胖、儿童结石、凝血功能障碍患者，钬激光碎石也是安全、有效的治疗方案[29]。Elsheemy MS 等人研究 104 儿童结石患者的钬激光碎石疗效，患者平均年龄 4.7 岁，结石平均大小为 11 mm，碎石成功率为 81.25% [30]。Aboumarzouk OM 等人回顾性分析输尿管镜钬激光碎石术治疗伴有出血疾病泌尿系结石患者，结果显示 87.7% 的患者结石完全排除，仅 4% 的病人存在少量出血。

4. 激光在膀胱癌和尿道狭窄治疗中的应用

研究显示，激光技术可用于治疗膀胱恶性肿瘤。Muraro 等人对钬激光和电切术治疗表浅型膀胱癌效果研究，数据显示钬激光治疗组病人围手术期并发症低于经尿道电切膀胱肿瘤电切术(TUR-BT)组，钬激光组 54% 的患者术后 24 小时内拔出尿管，76% 术后 24~48 小时内出院；而 TUR-BT 组仅 4% 患者术后 24 小时内拔出尿管，6% 术后 24~48 小时出院[31]。He D 等人应用新型直出束绿激光剜除治疗非肌层浸润性膀胱癌，研究显示入组患者瘤体直径从 0.3~3.0 cm 不等(平均 1.8 cm)，平均手术时间和剜除时间分别是 21(12~38) min 和 12(4~23) min，术后平均住院时间为 2.5(1.5~4.0)天，未出现膀胱出血、穿孔和闭孔反射等并发症，术后随访 6 月未发现肿瘤复发[32]。多项研究显示激光为传统电切手术提供有力的补充，更加符合肿瘤的外科治疗原则并且为术后病理检查提供完善的标本，但需要分类化系统评估和大规模随机对照试验来补充研究。

开放或经验性尿道切开术是泌尿道狭窄的“金指标”，但激光技术已逐渐应用于该疾病的治疗中。

研究显示：内镜激光尿道切开术创伤小，手术时间更短，安全性好，疗效优于传统方法[33] [34] [35]。激光通过汽化作用有效移除切割组织，减少对周围组织的热损伤。而对大于 1.5 cm 的较长狭窄段，激光内镜尿道切开术疗效欠佳。尽管激光在尿道狭窄治疗中的作用还没有获得公认，但对于不适合开放手术或伴有基础疾病的高龄患者而言是一个极好的选择。

5. 激光在辅助保肾手术中的应用

迄今为止，开放性肾部分切除术目前仍是肾部分切除术的标准治疗技术，而腹腔镜或者机器人辅助肾部分切除术是除开放性肾部分切除术之外可选择的治疗手段之一。传统肾肿瘤部分切除术必须短暂夹闭肾血管，出血量较大。激光有效减少肿瘤切除的术中出血，安全显示瘤体和周围组织的轮廓，为外生性肾肿瘤的切除提供更好的辅助选择。Loertzer H 等人报道对于外生性肾肿瘤采用激光辅助部分切除术可不夹闭肾血管，同样安全、有效[36]。Sciarra A 等人分析钽激光在肾细胞癌病人行 NSS 术的可行性，结果显示从激光辅助切除瘤体到创面确切止血的中位数时间是 15 min (12~20 min)，激光辅助肿瘤切除过程没有明显出血(<40 ml)，术后均证实为肾细胞癌且无瘤体残余[37]。

不过目前关于激光辅助肾部分切除的相关文献仍然较少，大部分可检索文献多为小样本数据，无法提供高级别证据。即使如此，目前的激光形态已显示出光明前景[38]。随着激光辅助肾部分切除的手术经验累积和泌尿外科医师对激光技术的熟悉，激光辅助技术在肾部分切除中的使用值得期待。

6. 结论

激光凭借自身特点和优势，在泌尿外科得到迅速推广，尤其是在结石、前列腺疾病患者中的应用。当前激光推广的主要限制是光纤价格昂贵、日常维护程序复杂。随着技术进步、泌尿外科医生经验累积，激光的应用一定会变得更加精彩。

参考文献 (References)

- [1] Cetinkaya, M., Onem, K., Rifaioglu, M.M. and Yalcin, V. (2015) 980-Nm Diode Laser Vaporization versus Transurethral Resection of the Prostate for Benign Prostatic Hyperplasia: Randomized Controlled Study. *Urology Journal*, **12**, 2355-2361.
- [2] 那彦群, 叶章群, 孙光, 等. 中国泌尿外科疾病诊断诊疗指南[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013.
- [3] Zarrabi, A. and Gross, A.J. (2011) The Evolution of Lasers in Urology. *Therapeutic Advances in Urology*, **3**, 81-89. <https://doi.org/10.1177/1756287211400494>
- [4] Teichmann, H.O., Herrmann, T.R. and Bach, T. (2007) Technical Aspects of Lasers in Urology. *World Journal of Urology*, **25**, 221-225. <https://doi.org/10.1007/s00345-007-0184-5>
- [5] Dolowy, L., Krajewski, W., Dembowski, J., Zdrojowy, R. and Kolodziej, A. (2015) The Role of Lasers in Modern Urology. *Central European Journal of Urology*, **68**, 175-182. <https://doi.org/10.5173/cej.2015.537>
- [6] Te, A.E., Malloy, T.R., Stein, B.S., et al. (2004) Photoselective Vaporization of the Prostate for the Treatment of Benign Prostatic Hyperplasia: 12-Month Results from the First United States Multicenter Prospective Trial. *The Journal of Urology*, **172**, 1404-1408. <https://doi.org/10.1097/01.ju.0000139541.68542.f6>
- [7] Liu, J., Kang, S.S., Zhang, X.J., Cao, F.H. and Li, X.Q. (2013) 980 nm Diode Laser Vaporization for Benign Prostatic Hyperplasia. *National Journal of Andrology*, **19**, 422-424.
- [8] Zhao, Y., Liu, C., Zhou, G., Yu, C., Zhang, Y. and Ouyang, Y. (2013) A Retrospective Evaluation of Benign Prostatic Hyperplasia Treatment by Transurethral Vaporization Using a 1470 nm laser. *Photomedicine and Laser Surgery*, **31**, 626-629. <https://doi.org/10.1089/pho.2013.3504>
- [9] Palmero-Martí, J.L., Panach-Navarrete, J., Valls-Gonzalez, L., Ganau-Ituren, A., Miralles-Aguado, J. and Benedicto-Redon, A. (2016) Comparative Study between Thulium Laser (Tm: YAG) 150W and Green Light Laser (LBO:ND-YAG) 120W for the Treatment of Benign Prostatic Hyperplasia: Short-Term Efficacy and Security.
- [10] Malaeb, B.S., Yu, X., McBean, A.M. and Elliott, S.P. (2012) National Trends in Surgical Therapy for Benign Prostatic Hyperplasia in the United States (2000-2008). *Urology*, **79**, 1111-1116. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2011.11.084>

- [11] Broggi, E., May, A., Giretti, G., *et al.* (2014) Long-Term Outcomes of 80-Watt KTP and 120-Watt HPS Green Light Photoselective Vaporization of the Prostate. *Urologia Internationalis*, **93**, 229-236. <https://doi.org/10.1159/000356991>
- [12] Mohanty, N.K., Vasudeva, P., Kumar, A., Prakash, S., Jain, M. and Arora, R.P. (2012) Photoselective Vaporization of Prostate vs. Transurethral Resection of Prostate: A Prospective, Randomized Study with One Year Follow-Up. *Journal of the Urological Society of India*, **28**, 307-312. <https://doi.org/10.4103/0970-1591.102708>
- [13] Ahyai, S.A., Lehrich, K. and Kuntz, R.M. (2007) Holmium Laser Enucleation versus Transurethral Resection of the Prostate: 3-Year Follow-Up Results of a Randomized Clinical Trial. *European Urology*, **52**, 1456-1463.
- [14] Kuntz, R.M., Lehrich, K. and Ahyai, S.A. (2008) Holmium Laser Enucleation of the Prostate versus Open Prostatectomy for Prostates Greater than 100 Grams: 5-Year Follow-Up Results of a Randomised Clinical Trial. *European Urology*, **53**, 160-166.
- [15] Wilson, L.C., Gilling P.J., Williams, A., *et al.* (2006) A Randomised Trial Comparing Holmium Laser Enucleation versus Transurethral Resection in the Treatment of Prostates Larger than 40 Grams: Results at 2 Years. *European Urology*, **50**, 569-573.
- [16] Elshal, A.M., Elkoushy, M.A., Elmansy, H.M., Sampalis, J. and Elhilali, M.M. (2014) Holmium: YAG Transurethral Incision versus Laser Photoselective Vaporization for Benign Prostatic Hyperplasia in a Small Prostate. *The Journal of Urology*, **191**, 148-154.
- [17] Gilling, P.J., Wilson, L.C., King, C.J., Westenberg, A.M., Frampton, C.M. and Fraundorfer, M.R. (2012) Long-Term Results of a Randomized Trial Comparing Holmium Laser Enucleation of the Prostate and Transurethral Resection of the Prostate: Results at 7 Years. *BJU International*, **109**, 408-411. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2011.10359.x>
- [18] Kuntz, R.M., Ahyai, S., Lehrich, K. and Fayad, A. (2004) Transurethral Holmium Laser Enucleation of the Prostate versus Transurethral Electrocautery Resection of the Prostate: A Randomized Prospective Trial in 200 Patients. *The Journal of Urology*, **172**, 1012-1016. <https://doi.org/10.1097/01.ju.0000136218.11998.9e>
- [19] Tan, A.H. and Gilling, P.J. (2003) Free-Beam and Contact Laser Soft-Tissue Ablation in Urology. *Journal of Endourology*, **17**, 587-593. <https://doi.org/10.1089/089277903322518581>
- [20] Cornu, J.N., Ahyai, S., Bachmann, A., *et al.* (2015) A Systematic Review and Meta-Analysis of Functional Outcomes and Complications Following Transurethral Procedures for Lower Urinary Tract Symptoms Resulting from Benign Prostatic Obstruction: An Update. *European Urology*, **67**, 1066-1096.
- [21] Chiang, P.H., Chen, C.H., Kang, C.H. and Chuang, Y.C. (2010) Green Light HPS Laser 120-W versus Diode Laser 200-W Vaporization of the Prostate: Comparative Clinical Experience. *Lasers in Surgery and Medicine*, **42**, 624-629. <https://doi.org/10.1002/lsm.20940>
- [22] Buisan, O., Saladie, J.M., Ruiz, J.M., Bernal, S., Bayona, S. and Ibarz, L. (2011) Diode Laser Enucleation of the Prostate (Dilep): Technique and Initial Results. *Actas Urologicas Espanolas*, **35**, 37-41.
- [23] Hruby, S., Sieberer, M., Schatz, T., *et al.* (2013) Eraser Laser Enucleation of the Prostate: Technique and Results. *European Urology*, **63**, 341-346.
- [24] Yang, S.S., Hsieh, C.H., Lee, Y.S. and Chang, S.J. (2013) Diode Laser (980 nm) Enucleation of the Prostate: A Promising Alternative to Transurethral Resection of the Prostate. *Lasers in Medical Science*, **28**, 353-360. <https://doi.org/10.1007/s10103-011-1046-3>
- [25] Barbalat, Y., Velez, M.C., Sayegh, C.I. and Chung, D.E. (2016) Evidence of the Efficacy and Safety of the Thulium Laser in the Treatment of Men with Benign Prostatic Obstruction. *Therapeutic Advances in Urology*, **8**, 181-191. <https://doi.org/10.1177/1756287216632429>
- [26] Kim, J.W., Kim, Y.J., Lee, Y.H., Kwon, J.B., Cho, S.R. and Kim, J.S. (2014) An Analytical Comparison of Short-Term Effectiveness and Safety between Thulium: YAG Laser Vaporesection of the Prostate and Bipolar Transurethral Resection of the Prostate in Patients with Benign Prostatic Hyperplasia. *Korean Journal of Urology*, **55**, 41-46. <https://doi.org/10.4111/kju.2014.55.1.41>
- [27] Hong, K., Liu, Y.Q., Lu, J., Xiao, C.L., Huang, Y. and Ma, L.L. (2015) Efficacy and Safety of 120-W Thulium: Yttrium-Aluminum-Garnet Vapoenucleation of Prostates Compared with Holmium Laser Enucleation of Prostates for Benign Prostatic Hyperplasia. *Chinese Medical Journal*, **128**, 884-889. <https://doi.org/10.4103/0366-6999.154282>
- [28] Kahokehr, A.A. and Gilling, P.J. (2013) Which Laser Works Best for Benign Prostatic Hyperplasia? *Current Urology Reports*, **14**, 614-619. <https://doi.org/10.1007/s11934-013-0351-8>
- [29] 孙颖浩, 杨波. 钬激光在泌尿外科中的应用[J]. 中华泌尿外科杂志, 2005(1): 59-61.
- [30] Elsheemy, M.S., Maher, A., Mursi, K., *et al.* (2014) Holmium: YAG Laser Ureteroscopic Lithotripsy for Ureteric Calculi in Children: Predictive Factors for Complications and Success. *World Journal of Urology*, **32**, 985-990. <https://doi.org/10.1007/s00345-013-1152-x>
- [31] Muraro, G.B., Grifoni, R. and Spazzafumo, L. (2005) Endoscopic Therapy of Superficial Bladder Cancer in High-Risk

Patients: Holmium Laser versus Transurethral Resection. *Surgical Technology International*, **14**, 222-226.

- [32] He, D., Fan, J., Wu, K., *et al.* (2014) Novel Green-Light KTP Laser en Bloc Enucleation for Nonmuscle-Invasive Bladder Cancer: Technique and Initial Clinical Experience. *Journal of Endourology*, **28**, 975-979.
<https://doi.org/10.1089/end.2013.0740>
- [33] 李强, 许云飞, 罗明, 张海民. 输尿管镜下钬激光治疗输尿管良性狭窄伴结石 35 例临床分析[J]. 现代泌尿外科杂志, 2014, 19(7): 453-455.
- [34] 孙宏斌, 夏术阶, 刘军. 钬激光尿道内切开治疗后尿道狭窄和闭锁疗效观察(附 32 例报告)[J]. 临床泌尿外科杂志, 2004, 19(12): 729-730.
- [35] 祖雄兵, 庄乾元, 叶章群, 周四维, 齐琳, 申鹏飞. 钬激光腔内治疗输尿管肾盂连接处狭窄[J]. 中国内镜杂志, 2005, 11(12): 1255-1260.
- [36] Loertzer, H., Strauss, A., Ringert, R.H. and Schneider, P. (2013) Laser-Supported Partial Laparoscopic Nephrectomy for Renal Cell Carcinoma without Ischaemia Time. *BMC Urology*, **13**, 31. <https://doi.org/10.1186/1471-2490-13-31>
- [37] Sciarra, A., Von Heland, M., Minisola, F., Salciccia, S., Cattarino, S. and Gentile, V. (2013) Thulium Laser Supported Nephron Sparing Surgery for Renal Cell Carcinoma. *The Journal of Urology*, **190**, 698-701.
- [38] Kyriazis, I., Ozsoy, M., Kallidonis, P., Panagopoulos, V., Vasilas, M. and Liatsikos, E. (2015) Current Evidence on Lasers in Laparoscopy: Partial Nephrectomy. *World Journal of Urology*, **33**, 589-594.
<https://doi.org/10.1007/s00345-014-1343-0>

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5584, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjs@hanspub.org