

· 临床研究 ·

3D 打印激光工作鞘在膀胱结石碎石术中的应用*

曹贵华** 李 伟 杜建平 黄贵闽 刘亮程 李 强

(乐山市人民医院泌尿外科, 乐山 614000)

【摘要】 目的 探讨 3D 打印激光工作鞘在膀胱结石碎石术中的安全性和有效性。 方法 2019 年 9 月~2020 年 10 月我科对 25 例膀胱结石(合并前列腺增生 10 例),采用 3D 打印制作的激光工作鞘与 F₂₁膀胱镜外鞘相连接后,经激光工作鞘的光纤通道插入钬激光光纤行经尿道或经皮膀胱通道钬激光碎石术,碎石能量设定 20~40 W。10 例合并前列腺增生行常规绿激光前列腺汽化术。 结果 25 例手术均成功完成,术中视野清晰,流入道和流出道水流通畅,膀胱无过度充盈和空虚。碎石时间 15~60 min,平均 35 min。术后 10 例膀胱冲洗时间 6~24 h,平均 12 h;15 例未行膀胱冲洗。术后 3~5 d 拔除尿管,均无发热、尿外渗、排尿困难、尿失禁等发生。1 例小儿患者行经皮膀胱通道钬激光碎石取石,术中未留置膀胱造瘘管,术后腹壁切口无尿外渗、出血。24 例随访 6 个月,无排尿困难、尿失禁、逆行射精等。 结论 应用 3D 打印制作激光工作鞘处理膀胱结石微创、安全、有效。

【关键词】 3D 打印; 激光工作鞘; 膀胱结石

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2021)09-0805-04

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2021.09.008

Application of 3D-printed Laser Working Sheath in the Lithotripsy of Bladder Calculi Cao Guihua, Li Wei, Du Jianping, et al. Department of Urology, People's Hospital of Leshan, Leshan 614000, China

Corresponding author: Cao Guihua, E-mail: cgh75@sina.com

【Abstract】 Objective To evaluate the safety and efficacy of 3D-printed laser working sheath in the treatment of bladder calculi. Methods From September 2019 to October 2020, 25 cases of bladder calculi, including 10 cases of bladder calculi combined with benign prostatic hyperplasia (BPH), were enrolled. Holmium laser lithotripsy through the urethra or percutaneous bladder channel was performed by using a 3D-printed laser working sheath which connected with the outer sheath of F₂₁ cystoscope. The power setting for lithotripsy was 20~40 W. The 10 cases combined with BPH underwent routine green laser vaporization of the prostate. Results All the operations were successfully completed. The vision of surgical field was clear during the operation, the inflow tract and outflow tract were free of water, and the bladder was not overfilled or empty. The time of lithotripsy was 15~60 min (mean, 35 min) and the mean postoperative bladder irrigation time was 12 h (range, 6~24 h) except for 15 cases without bladder irrigation. The urethral catheter was withdrawn at 3~5 d. No fever, urinary infiltration, dysuria, or incontinence occurred. One case of child underwent the lithotripsy through the percutaneous bladder channel. No bladder fistula was left during the operation, and there was no urine extravasation or bleeding in the abdominal incision after the operation. A total of 24 cases were followed up for 6 months and no dysuria, urinary incontinence, or retrograde ejaculation was noted. Conclusion Application of 3D-printed laser working sheath is minimally invasive, safe, and effective in the treatment of bladder calculi.

【Key Words】 3D printing; Laser working sheath; Bladder calculi

膀胱结石是泌尿外科常见疾病,主要表现为排尿中断、放射性疼痛,可伴有排尿困难和膀胱刺激症状,分为原发性和继发性结石,以继发性膀胱结石多

见,常见于前列腺增生、膀胱憩室、神经源性膀胱、异物、肾输尿管结石排入膀胱。膀胱结石治疗以经尿道激光或气压弹道碎石为主^[1~3],常需在电切镜或

* 基金项目:四川省医学会课题(S18045)

** 通讯作者, E-mail: cgh75@sina.com

输尿管镜、肾镜操作通道下完成,若尿道不能通过 F_{24}/F_{26} 电切镜的镜鞘时,可改用输尿管镜下膀胱结石碎石,但碎石不能常规负压吸出。2019 年 9 月 ~ 2020 年 10 月我们采用自行设计制作的 3D 打印激光工作鞘(实用新型专利:201921920043.6)连接 F_{21} 膀胱镜外鞘行膀胱结石钬激光碎石术,用带 3D 打印连接头的 Ellik 冲洗器将膀胱内碎石吸出,效果满意,报道如下。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

本研究经我院伦理委员会批准(伦理批文号:201846)。本组 25 例,1 例小儿,年龄 5 岁;24 例成人,年龄 39 ~ 80 岁,平均 64 岁。均有下尿路梗阻症状。膀胱结石大小 $2.0\text{ cm} \times 1.5\text{ cm} \sim 4.0\text{ cm} \times 3.5\text{ cm}$;单发结石 19 例,多发 6 例。单纯膀胱结石 15 例,膀胱结石合并前列腺增生 10 例(超声提示前列腺体积 $30 \sim 75\text{ ml}$,平均 48 ml ;残余尿 $65 \sim 300\text{ ml}$,中位数 165 ml ;前列腺特异性抗原 $<4\text{ ng/ml}$)。胸片、心电图、血生化、凝血等检查无特殊,无手术禁忌证。常规行尿常规检查和尿培养,大肠埃希菌感染 4 例,肺炎克雷伯菌 1 例,使用有效抗生素治疗 1 周后手术。合并慢性支气管炎 3 例,糖尿病 1 例,原发性高血压 2 例。无尿道手术或尿道外病史。

1.2 方法

1.2.1 3D 打印激光工作鞘和冲洗器连接头的制作在 Hawk F_{21} 膀胱镜外鞘的基础上,通过以下流程制作 3D 打印激光工作鞘。①模型数据采集:采用 Creaform Metrascan750 和 Handyscan700 专业 3D 扫描仪对膀胱镜外鞘结构部分进行数据采集。②数据建模:将采集的数据导入 CATIA 软件进行 3D 数据建模。③流道仿真分析、迭代优化:采用 ANSYS 仿真分析软件进行流道仿真分析、迭代优化。④样品试制及结构验证:首先,采用光敏树脂选择性固化 3D 打印工艺对模型进行打样,然后采用不锈钢原料预制作模型,使用西安零点机电科技有限公司金属 3D 打印机(SLM280HL),选择性激光熔融(Selective Laser Melting,SLM)技术。⑤打印钛合金成品:使用西安零点机电科技有限公司金属 3D 打印机,将 3D 数据模型输入打印机,以钛合金为原料,层厚 $250\text{ }\mu\text{m}$,采用 SLM 技术打印激光工作鞘成品。⑥后期处理:采用磨粒流抛光内孔和内流道,振动研磨结合手工打磨抛光外表面,雕刻机加工连接接头。3D 打

印激光工作鞘成品主要包括观察镜通道、进水通道、光纤通道,见图 1。激光工作鞘与膀胱镜外鞘之间的间隙为出水通道,水经膀胱镜外鞘的出水口流出。3D 打印冲洗器连接头设计思路及加工流程与激光工作鞘大致相同,见图 2,该连接头一端连接膀胱镜外鞘,一端连接 Ellik 冲洗器。3D 打印制作的钛合金工作鞘和连接头可重复使用,使用低温等离子消毒即可。

1.2.2 手术方法

1.2.2.1 成人患者 硬膜外麻醉,截石位。利用 30° Hawk 膀胱镜直视下进镜,观察尿道、前列腺及膀胱内情况,保留膀胱镜外鞘,将 3D 打印制作的激光工作鞘与 F_{21} 膀胱镜外鞘相连接,观察镜从激光工作鞘的观察镜通道内插入,工作鞘的进水通道接口连接灌注水泵(ShenDa),压力设定 $100 \sim 150\text{ mm Hg}$,流量设定 0.2 L/min 。将科医人钬激光光纤从激光工作鞘的光纤通道插入,能量设定 $20 \sim 40\text{ W}$,结石粉碎后,拔出 3D 激光工作鞘,保留膀胱镜外鞘,用带 3D 打印连接头的 Ellik 冲洗器将膀胱内结石吸出(图 3),膀胱镜检确认无残余结石。10 例合并前列腺增生,按照常规绿激光前列腺汽化术的方法先从前列腺中叶汽化至精阜上缘,然后汽化两侧叶、前叶,尽量汽化增生前列腺腺体达外科包膜。术毕留置 F_{20} 三腔尿管,生理盐水行膀胱持续冲洗,冲洗液清亮后停止冲洗。

1.2.2.2 小儿患者 全麻,平卧位。留置 F_{8-10} 尿管,于耻骨上 2 横指处横行切开 1 cm 切口。经尿管注入生理盐水,在 B 超引导下膀胱穿刺,拔出针芯见液体流出后,置入导线,用带剥皮鞘的 F_{22} 号筋膜扩张器延导线扩张经皮膀胱通道,将 3D 打印制作的激光工作鞘经剥皮鞘置入膀胱内行钬激光碎石,碎石块经剥皮鞘内冲出,膀胱镜检查无残余结石后留置 F_8 或 F_{10} 号尿管,拔出剥皮鞘,皮内缝合切口。

2 结果

1 例小儿患者经皮膀胱通道、24 例成人患者经尿道完成钬激光碎石术,术中视野清晰,流入道和流出道水流通畅,膀胱无过度充盈和空虚。碎石时间 $15 \sim 60\text{ min}$,平均 35 min ,碎石过程几乎无出血。术后 10 例膀胱冲洗时间 $6 \sim 24\text{ h}$,平均 12 h ;15 例未行膀胱冲洗。术后 $3 \sim 5\text{ d}$ 拔除尿管,均无发热、尿外渗、排尿困难、尿失禁等发生。1 例小儿患者经皮

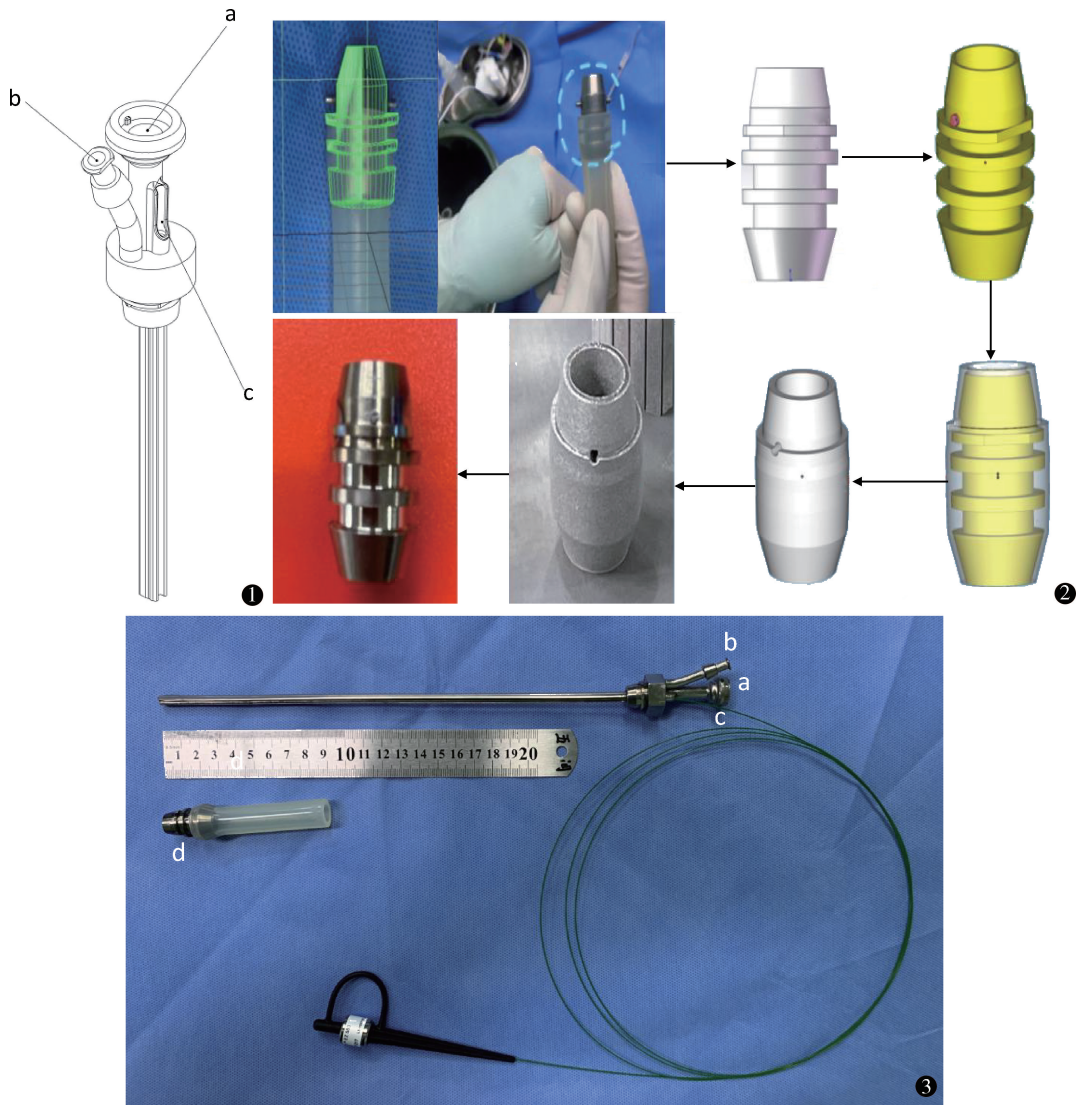


图 1 3D 打印激光工作鞘模型图 a. 观察镜通道;b. 进水通道;c. 光纤通道
图 2 3D 打印冲洗器连接头设计开发流程图 图 3 3D 打印激光工作鞘及连接头实物图 a. 观察镜通道;b. 进水通道;c. 光纤通道;d. 冲洗器连接头

膀胱通道钬激光碎石取石,术中未留置膀胱造瘘管,术后腹壁切口无尿外渗、出血。术后 4~6 d 出院。24 例随访 6 个月,无排尿困难、尿失禁、逆行射精等。

3 讨论

膀胱结石的治疗包括体外冲击波碎石、开放或微创手术治疗,其中以经尿道激光、气压弹道碎石为主要方式,可借助电切镜鞘先利用钬激光充分碎石,然后用冲洗器将结石碎块冲出^[4,5],也有采用肾镜下气压弹道联合超声负压碎石取石。若尿道生理或病理性狭窄患者不能置入 F_{24~26} 镜鞘,也可先经尿道置入引流管保证水的流出后,行输尿管镜下钬激

光碎石,再利用取石钳将碎石块取出,但此术式输尿管镜需反复进出尿道,对于比较大的膀胱结石取石效率较低。对于输尿管镜置入困难的小儿膀胱结石患者,为避免开放手术,也可采用经皮膀胱输尿管镜下结石碎石术,碎石经皮膀胱通道冲出或钳夹出。

3D 打印也称增材制造,是以数字模型为基础,将材料逐层堆积制造出实物的新兴制造技术。3D 打印具有无需开模、一体成型、生产周期短等优点,已被广泛应用于医学模型、医疗器械、组织工程等领域^[6~8]。我们利用 3D 打印技术制作出可以连接 F₂₁ 膀胱镜外鞘的激光工作鞘,该鞘主要包含有观察镜通道、进水通道、光纤通道三部分,工作鞘连接膀胱镜外鞘后,在工作鞘与膀胱镜外鞘之间形成的间隙

为流出水通道,这样保证水的流动性和手术视野清晰。碎石后利用 3D 打印制作的连接头实现 Ellik 冲洗器与 F₂₁膀胱镜外鞘的连接,可便捷地将碎石从膀胱内吸出。我们应用 3D 打印激光工作鞘已成功完成 50 例经尿道绿激光前列腺汽化术^[9],证实其在绿激光前列腺汽化术的安全性和有效性。3D 打印激光工作鞘与膀胱镜外鞘连接后可实现前列腺、膀胱肿瘤组织的汽化和结石的粉碎,但是不能将碎块组织或结石从膀胱镜外鞘内吸出,利用 3D 打印的连接头实现此功能,使 3D 打印激光鞘的应用得以扩展。本组 24 例成人患者行经尿道膀胱结石钬激光碎石术,其中 10 例合并前列腺增生,在没有更换主要手术器械的情况下行前列腺绿激光汽化术,手术过程中视野清晰,进水出水量保持相对平衡,没有造成膀胱空虚和过度充盈,术中未造成大出血、膀胱穿孔,术后无尿道狭窄、尿失禁、膀胱颈挛缩等并发症发生。1 例小儿患者因膀胱结石 > 2.5 cm,我们采用 3D 打印激光工作鞘顺利完成经皮膀胱通道钬激光碎石术,无并发症发生。

经尿道传统电切镜下行前列腺或膀胱肿瘤、结石类手术,因机械损伤造成术后尿道狭窄发生率为 2.6% ~ 4.1%^[10-12]。3D 打印激光工作鞘连接 F₂₁膀胱镜外鞘,使常规 F₂₄、F₂₆进镜困难者无须扩张尿道和膀胱造瘘即可完成膀胱镜下膀胱结石的钬激光碎石术,显著减少术后尿道狭窄的发生。F₂₁膀胱镜外鞘较常规 F₂₄、F₂₆更细,对尿道黏膜刺激小,术后尿道黏膜水肿轻,理论上尿管带管时间可以更短,可满足日间手术的需要。此外,3D 打印的 Ellik 冲洗器连接头还可与 F₁₈膀胱镜外鞘相连接,实现普通膀胱镜鞘在局麻下行负压冲洗膀胱内血凝块、结石和异物的功能,相对常规 F₂₄₋₂₆电切镜鞘而言,患者耐受度更好,更容易在局麻下完成负压冲洗。3D 打印激光工作鞘是在 Hawk F₂₁膀胱镜外鞘的基础上设计完成的,目前需在 Hawk F₂₁膀胱镜外鞘的前提下使用,之后我们也可以根据不同 F₂₁膀胱镜外鞘设计并 3D 打印出相应的激光工作鞘。另外,该工作鞘的适用范围限于经尿道的激光类手术。

膀胱结石体外冲击波治疗适应证范围小,传统 F₂₄₋₂₆电切镜鞘下碎石有时会受到患者尿道狭窄因

素而影响,3D 打印的激光工作鞘连接 F₂₁膀胱镜外鞘治疗膀胱结石微创、安全、有效,并发症少,具有一定的临床应用价值和前景。

参考文献

- 1 曾庆春,俞敏,杨敏,等.等离子电切镜鞘联合可视鞘芯下钬激光碎石术治疗膀胱结石. 江西医药,2013,3(3):211-212.
- 2 陈明,王常箐,唐耿忠,等.经电切镜外鞘输尿管镜下气压弹道碎石治疗膀胱结石. 中华腔镜外科杂志:电子版,2013,6(2):119-121.
- 3 李园.肾镜超声气压弹道碎石术治疗男性膀胱结石的临床效果. 实用临床医学,2020,21(7):25-27.
- 4 门群利,罗晓辉,刘建舟,等.加压冲洗系统在膀胱结石碎石术中的应用研究. 中国现代医学杂志,2018,28(20):102-104.
- 5 梁鑫鸿,朱绍兴.经尿道前列腺等离子电切术联合钬激光碎石术对老年前列腺增生并膀胱结石患者的疗效分析. 中国现代医学杂志,2019,29(20):55-58.
- 6 曹健,朱帅,叶明估,等.3D 打印技术辅助腹腔镜下肾肿瘤冷冻消融术. 中国微创外科杂志,2018,18(12):1118-1120.
- 7 冯德宏,刘仪,王凌,等.3D 打印臼杯-垫块复合假体在髋关节翻修术中的应用六例报告. 中国骨与关节杂志,2020,9(2):129-134.
- 8 王江平,焦勇,许志斌,等.腹腔镜 3D 打印血管外支架植入术治疗胡桃夹综合征的安全性和有效性. 中华泌尿外科杂志,2018,39(3):200-204.
- 9 曹贵华,刘亮程,杜建平,等.3D 打印激光工作鞘在绿激光前列腺汽化术中的安全性和有效性. 中国微创外科杂志,2020,20(10):883-886.
- 10 Zhang J, Wang X, Zhang Y, et al. 1470 nm diode laser enucleation vs plasmakinetic resection of the prostate for benign prostatic hyperplasia: A randomized study. J Endourol,2019,33(3):211-217.
- 11 Tasci AI, Ilbey YO, Tugcu V, et al. Transurethral resection of the prostate with monopolar resectoscope: single-surgeon experience and long-term results of after 3589 procedures. Urology,2011,78(5):1151-1155.
- 12 Altay B, Erkut B, Kiremit MC, et al. 180-W XPS GreenLight laser vaporization for benign prostate hyperplasia: 12-month safety and efficacy results for glands larger than 80mL. Lasers Med Sci, 2015, 30(1):317-323.

(收稿日期:2021-01-28)

(修回日期:2021-07-26)

(责任编辑:李贺琼)