

临床研究

DOI: 10.13406/j.cnki.cyxh.001566

逆行输尿管镜碎石术中肾盂内压变化的体外研究

朱佳奇¹, 方立², 刘万樟¹, 黄挺¹, 严泽军², 谢国海², 程跃²

(1. 宁波大学医学院, 宁波 315000; 2. 浙江省宁波市第一医院泌尿外科, 宁波 315000)

【摘要】目的:研究逆行输尿管镜术中不同输尿管硬镜和软镜对肾盂内压的影响。**方法:**采用离体猪泌尿系统进行模拟手术。使用 Wolf F6/7.5 输尿管硬镜、Wolf F8/9.8 输尿管硬镜、Polyscope 输尿管软镜和奥林巴斯 P6 输尿管软镜中置入 200 μm 的钬激光光纤。输尿管硬镜放置在输尿管下段、中段和输尿管肾盂交界处, 输尿管软镜放置在输尿管肾盂交界处, 在灌注压分别为 50、100、200、300、400、500 cmH_2O 情况下, 测量肾盂内压变化。**结果:**肾盂内压与灌注压之间成线性相关。输尿管硬镜位于输尿管下段时肾盂内压力上升较慢, 位于输尿管肾盂交界处时肾盂内压力上升最快。同一灌注压力下, Wolf F6/7.5 输尿管镜肾盂内压力小于 Wolf F8/9.8 输尿管镜。同样置于输尿管肾盂交界处时, 使用输尿管硬镜时肾盂内压力明显高于输尿管软镜。根据直线回归方程预测肾盂内压 $\leq 40 \text{ cmH}_2\text{O}$ 时灌注压力大小, 可知输尿管硬镜位于输尿管中上段时较小的灌注压力 (34.950~44.284 cmH_2O) 即可使肾盂内压达到临界压力, 输尿管硬镜位于输尿管下段时安全灌注压力较大 (205.345~313.659 cmH_2O)。输尿管软镜可以承受最大的灌注压力而使肾盂内压保持在安全压力范围内, 奥林巴斯 P6 输尿管软镜的安全灌注压 (400.457 cmH_2O) 高于 Polyscope 组合输尿管软镜 (238.419 cmH_2O)。**结论:**为了保障肾盂内低压, 处理输尿管中下段结石推荐使用更细的输尿管硬镜处理, 处理输尿管上段结石时, 推荐使用输尿管软镜。

【关键词】输尿管镜; 输尿管软镜; 肾盂内压; 灌注压**【中图分类号】**R699.4**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2018-03-12*In vitro study of intrapelvic pressures using retrograde ureteroscope lithotripsy*Zhu Jiaqi¹, Fang Li², Liu Wanzhang¹, Huang Ting¹, Yan Zejun², Xie Guohai², Cheng Yue²

(1. Medical College, Ningbo University; 2. Department of Urology, Ningbo First Hospital)

【Abstract】Objective: To evaluate intrapelvic pressures during laser lithotripsy using different semi-rigid and flexible ureteroscopes. **Methods:** Intrapelvic pressures was measured on a porcine cadaveric urinary system model with two size of semi-rigid ureteroscopes (Wolf F6/7.5 and Wolf F8/9.8) and two models of flexible ureteroscopes (Polyscope and Olympus URF-P6). 200 μm Holmium laser fiber was placed into the working cannal previously. The semi-rigid ureteroscopes were placed in distal ureter, middle ureter and ureteropelvic junction and the flexible ureteroscopes were fixed in ureteropelvic junction. Intrapelvic pressure was recorded at irrigation pressures of 50, 100, 200, 300, 400, 500 cmH_2O . **Results:** There is a linear correlation between intrapelvic pressures and irrigation pressures. The intrapelvic pressures raised slowly when the semi-rigid ureteroscopes were put at distal ureter. The intrapelvic pressures raised at the fastest pace when the semi-rigid ureteroscopes were placed at ureteropelvic junction. The intrapelvic pressures using Wolf F6/7.5 ureteroscope were lower than that using Wolf F8/9.8 ureteroscope at the same irrigation pressure. The intrapelvic pressures of semi-rigid were higher than those of the flexible ones when ureteroscopes were placed at ureteropelvic junction. According to the equation of linear regression, the value of irrigation pressures was estimated when the intrapelvic pressure reaching 40 cmH_2O , and it is found that a low irrigation pressure (34.950 to 44.284 cmH_2O) could rise the intrapelvic pressures to 40 cmH_2O when the semi-rigid ureteroscopes being put at the middle and upper ureter. The safe irrigation pressure was higher (205.345 to 313.659 cmH_2O) when the semi-rigid ureteroscopes being placed at the distal ureter. The flexible ureteroscopes could withstand the maximum irrigation pressure keeping the intrapelvic pressures within the safe range, and the safe irrigation pressure of Olympus URF-P6 (400.457 cmH_2O) was higher than Polyscope (238.419 cmH_2O). **Conclusion:** In order to maintain the intrapelvic pressures at a low level, thinner semi-rigid ureteroscope should be used in the treatment of middle and distal ureteral calculi, and flexible rather than semi-rigid

ureteroscope should be used to handle proximal ureteral calculi.

【Key words】ureteroscope; flexible ureteroscope; intrapelvic pressure; irrigation pressure

作者介绍: 朱佳奇, Email: 774136847@qq.com,

研究方向: 泌尿外科疾病的研究和治疗。

通信作者: 程跃, Email: dongbaba2@hotmail.com。

优先出版: <http://jks.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20180329.1712.040.html>

(2018-03-30)

随着输尿管镜体的变细、变软,成像系统的进步,大功率钬激光的使用,输尿管镜和输尿管软镜碎石术的适应证在不断拓展。但是与经皮肾镜相比,输尿管镜的工作通道更小,引流通道的狭长,术中肾盂内压易发生变化。已有文献报道输尿管(软)镜术后发生出血、尿源性脓毒血症、输尿管狭窄等并发症^[1-3],术后并发症的发生率与术中肾盂内高压密切相关。因此为减少术后并发症的发生,在输尿管镜碎石术中控制肾盂内压在正常值范围内具有重要意义。本文通过测量在灌注压分别为 50、100、200、300、400、500 cmH₂O 情况下,不同输尿管(软)镜在输尿管不同部位时离体猪肾盂压力的大小的变化。

1 材料与方法

1.1 主要材料和设备

保留完整肾脏、全长输尿管和膀胱的离体新鲜家猪肾脏 3 只, F6/7.5、F8/9.8 输尿管硬镜(德国 Wolf 医疗器械有限公司), Polyscope 组合式输尿管软镜(德国铂立医疗器械有限公司), 奥林巴斯 P6 输尿管软镜(日本奥林巴斯光学工业株式会社), 200 μ m 钬激光光纤(美国科医人医疗器械有限公司), 气压控制阀(上海奉申控制器有限公司), 8L 钢制压力水罐(河北日兴容器厂), YH-04 高压气泵(上海远辉机电科技有限公司), 尿动力学检测仪(上海寰熙医疗器械有限公司), 流量控制阀(台湾 EHOW 银赫有限公司)。

1.2 离体猪肾预处理

选取的新鲜离体猪肾脏皮质、肾盂、输尿管、输尿管入膀胱开口完整, 没有畸形、萎缩、瘢痕等异常, 集合系统无渗漏。用 50 mL 注射器抽取 3 L 袋生理盐水, 予冲洗残留血污及尿液, 至冲洗液澄清。并放置入盛有 4.0 $^{\circ}$ C 生理盐水的器皿内, 以备实验使用。

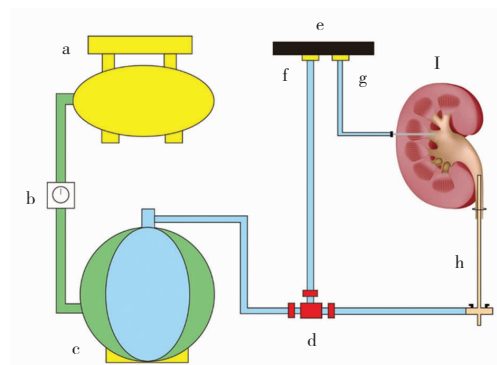
1.3 实验方法

①分组: 根据不同输尿管(软)镜分为 4 组: 组 1: 铂立 F8 软镜组, 测量输尿管软镜位于输尿管肾盂移行处时肾盂内压力; 组 2: 奥林巴斯 P6 软镜组, 测量输尿管软镜位于输尿管肾盂移行处时肾盂内压力; 组 3: Wolf F6/7.5 输尿管镜组, 分别测量输尿管镜位于输尿管下段、输尿管中段和输尿管肾盂移行处时肾盂内压力; 组 4: Wolf F8/9.8 输尿管镜组, 分别测量输尿管镜位于输尿管下段、输尿管中段和输尿管肾盂移行处时肾盂内压力。

②肾盂穿刺: 将 F5 输尿管导管逆行置入输尿管, 用 50 mL 注射器注入生理盐水, 进行人工肾盂积水, 将 50 mL 注射器针头穿刺肾中盏, 可见积水从针尾端流出, 即可确认穿刺肾盂成功。

③仪器连接(图 1): 将气压泵通过气压阀与水压罐加压口相连, 水压罐输出口连接三通, 三通一端连接输尿管(软)

镜进水口, 一端与尿动力仪 A 通道相连接以测量灌注压力; 将肾盂穿刺针尾端与尿动力仪 B 通道连接, 测量肾盂内压。



a. 气压泵; b. 气压阀; c. 水压罐; d. 三通; e. 尿动力学检测仪; f. 尿动力学检测仪灌注压监测端; g. 尿动力学检测仪肾盂内压监测端; h. 输尿管(软)镜; I. 离体猪泌尿系统

图 1 输尿管镜碎石术测压实验模式图

Fig.1 The model of measuring intrapelvic pressure during ureteroscopy lithotripsy

④调零: 将输尿管镜通过输尿管口逆行置入输尿管相应部位(Polyscope 输尿管软镜及奥林巴斯 P6 输尿管软镜置入输尿管肾盂移行处, Wolf F6/7.5 输尿管镜及 Wolf F8/9.8 输尿管镜分别置入输尿管下段距输尿管膀胱开口 5 cm 处、输尿管中段及肾盂输尿管移行处), 将 200 μ m 的钬激光光纤插入工作通道, 模拟手术过程。将导管及通道内的空气排尽后, 调节三通, 关闭水压罐通道, 连接输尿管镜进水通道和测压通道, 稳定 60 s 后, 将尿动力学仪置零。

⑤灌注压力设定: 调零结束后, 调节三通, 关闭输尿管镜进水通道, 连接水压罐和测压通道。此时可从尿动力仪 A 通道读出灌注压。通过调节气压阀压力大小, 依次精确调节灌注压分别为 50、100、200、300、400、500 cmH₂O 并稳定 60 s。

⑥调节三通: 连接水压罐、尿动力学仪 A 通道和输尿管镜进水通道, 即开始灌注。尿动力仪 B 通道测量压力即为肾盂内压。当肾盂内压及动态灌注压数值恒定 60 s 后, 记录此时肾盂内压, 即完成一次数据记录。

⑦4 组数据测压完毕后, 更换猪肾脏, 并重复步骤③至⑥, 总共测量 3 次。

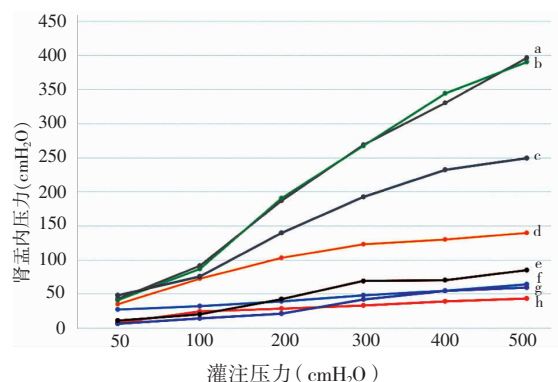
1.4 统计学方法

应用 SPSS 22.0 统计软件对每组数据的灌注压-肾盂内压进行线性回归分析, 并予绘制灌注压-肾盂内压折线图。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

气体-液体压力转换系统能够提供稳定的灌注压力, 实验重复性好。肾盂内压与灌注压之间成线性相关(图 2)。输尿管硬镜位于输尿管下段时肾盂内压力上升较慢, 输尿管硬镜位于输尿管肾盂交界处时肾盂内压力上升最快。同一灌注

压力下, Wolf F6/7.5 输尿管镜肾盂内压力小于 Wolf F8/9.8 输尿管镜, 这种差异随着碎石部位的升高而增加。同样置于输尿管肾盂交界处时, 使用输尿管硬镜时肾盂内压力明显高于输尿管软镜。



a. Wolf F6/7.5 硬镜 输尿管上段; b. Wolf F8/9.8 硬镜 输尿管上段; c. Wolf F8/9.8 硬镜 输尿管中段; d. Wolf F6/7.5 硬镜 输尿管中段; e. Wolf F8/9.8 硬镜 输尿管下段; f. Polyscope 软镜 输尿管上段; g. Wolf F6/7.5 硬镜 输尿管下段; h. 奥林巴斯 P6 软镜 输尿管上段

图 2 肾盂内压力与灌注压力关系曲线

Fig.2 The relationship between irrigation pressure and intrapelvic pressure

对各组数据进行线性回归分析, 列出直线回归方程(表 1); 可见对于输尿管硬镜而言, 输尿管镜位于肾盂输尿管移行处时直线斜率最大(0.803~0.810), 输尿管镜位于输尿管中段时斜率居中(0.261~0.505), 输尿管镜位于输尿管下段时斜率最小(0.126~0.174)。在同一输尿管部位, F8/9.8 输尿管硬镜压力曲线斜率大于 F6/7.5 输尿管硬镜。输尿管软镜压力曲线斜率(0.081~0.105)小于输尿管硬镜压力曲线斜率。根据直线回归方程预测肾盂内压 ≤ 40 cmH₂O 时灌注压力大小, 可见输尿管硬镜位于输尿管上中段时较小的灌注压力(34.950~44.284 cmH₂O)即可使肾盂内压达到临界压力, 输尿管硬镜位于输尿管下段时安全灌注压力较大(205.345~313.659 cmH₂O)。输尿管软镜可以承受最大的灌注压力而使肾盂内压保持在安全压力范围内, 奥林巴斯 P6 输尿管软镜的安全灌注压(400.457 cmH₂O)高于 Polyscope 组合输尿管软镜(238.419 cmH₂O)。

表 1 输尿管(软)镜术中灌注压力(X)与肾盂内压(Y)关系线性回归方程

Tab.1 Equation of linear regression of irrigation pressure (X) and intrapelvic pressure (Y) during ureteroscopy lithotripsy

组别	回归方程	肾盂内压 ≤ 40 cmH ₂ O 时灌注压力预测值(cmH ₂ O)	r 值	P 值
Polyscope 软镜(肾盂输尿管移行处)	$Y=0.105X+14.966$	≤ 238.419	0.930	0.002
奥林巴斯 P6 软镜(肾盂输尿管移行处)	$Y=0.081X+7.563$	≤ 400.457	0.935	0.002
Wolf F6/7.5 输尿管镜(输尿管下段)	$Y=0.126X+0.479$	≤ 313.659	0.991	0.000
Wolf F6/7.5 输尿管镜(输尿管中段)	$Y=0.261X+28.442$	≤ 44.284	0.927	0.003
Wolf F6/7.5 输尿管镜(肾盂输尿管移行处)	$Y=0.803X+10.400$	≤ 36.862	0.996	0.000
Wolf F8/9.8 输尿管镜(输尿管下段)	$Y=0.174X+4.270$	≤ 205.345	0.981	0.000
Wolf F8/9.8 输尿管镜(输尿管中段)	$Y=0.505X+22.350$	≤ 34.950	0.983	0.000
Wolf F8/9.8 输尿管镜(肾盂输尿管移行处)	$Y=0.810X+9.498$	≤ 37.656	0.995	0.000

注:灌注压力(X)与肾盂内压(Y)单位为 cmH₂O

3 讨论

目前多数学者认为生理状态下肾盂内压 < 10 cmH₂O^[4], 当肾盂内压升至一定水平时, 会出现“肾内逆流”, 肾内逆流的途径包括经肾盏穹窿和肾盂-肾小管逆流, 前者又包括 4 种逆流方式: 肾盂-肾窦逆流、肾血管周围逆流、肾盂-淋巴管逆流和肾盂-静脉逆流。尿液中的细菌可通过上述途径入血, 出现感染。国内外文献多支持肾内逆流阈值 30 mmHg(40 cmH₂O), 并推荐在临床实践中保持肾盂内压 < 40 cmH₂O^[5]。

Nguyen 等^[6]证实, 当肾盂内压超过 40 cmH₂O 时, 尿量减少; 当肾盂内压超过 60 cmH₂O 时, 尿液中肌酐、尿素水平均降低。随着肾盂内压增高, 出现肾盂内尿液逆流, 引起肾间质水肿, 肾间质静水压增高。当术中灌注压力 > 300 mmHg 时, 肾盂内压最高可达正常生理压力的数十倍以上, 远高于 40 cmH₂O。Schwalb 等^[7]报道, 以 150 mmHg 压力进行灌注时, 猪肾发生明显的病理改变。

Wilson 等^[8]研究显示, 输尿管硬镜和软镜碎石术中人体肾盂内压最高值分别可达 585 cmH₂O 和 547 cmH₂O。Jung 等^[9]应用输尿管软镜碎石术治疗 18 例肾结石患者, 以 8 mL/min 的流速灌注, 辅以注射器注水以保证术野清楚的情况下, 术中测得肾盂平均压力、置镜后平均压力、碎石过程中平均压力分别为 10、35、54 mmHg, 而碎石过程中最高肾盂内压可达 328 mmHg。夏术阶等^[10]研究了输尿管镜术中相同灌注压下(100 mmHg), 输尿管下、中、上段结石碎石术中平均肾盂内压值分别为 74.6、93.5 及 (110.3 ± 2.4) cmH₂O, 显示肾盂内压随着结石位置的升高而明显增高, 而输尿管相同部位结石(上段结石)在 50、100、200 mmHg 灌注压力时, 术中最大肾盂压力分别为 (51.0 ± 4.5) 、 (110.3 ± 2.4) 、 (193.2 ± 59.0)

cmH₂O(均 $P < 0.01$)。

根据输尿管镜及输尿管软镜手术适应证,在离体猪肾上测量了 2 种不同的输尿管软镜置入输尿管肾盂交界处及 2 种输尿管硬镜置于输尿管下段、中段及肾盂输尿管连接处不同位置时在不同的灌注压下的肾盂内压。不同于以往的灌注方式,我们采用了更加稳定的气体-液体压力转换系统,能够得到非常稳定的灌注压力来保障实验的准确性和可重复性;同时系统可以产生相当高的灌注压力,可以模拟真实碎石手术时所产生的高压^[8],但考虑到测压装置的量程,将压力范围控制在 50~500 cmH₂O。

临床上输尿管硬镜手术适应证为包括输尿管上、中、下段的全段输尿管结石,输尿管软镜碎石适应证主要为输尿管上段结石和肾结石。根据临床适应证测试输尿管硬镜和软镜置入 200 μm 光纤后在不同输尿管部位时肾盂内压力的变化。同夏术阶等^[10]的研究类似,输尿管硬镜在输尿管不同部位时肾盂内压差别很大,越靠近肾脏压力越高,输尿管硬镜在处理输尿管中段结石时使用 50 cmH₂O 灌注压时肾盂内压力就高于安全肾盂内压(40 cmH₂O),输尿管硬镜位于输尿管肾盂连接处时压力最高,接近 400 cmH₂O。输尿管镜位于输尿管下段和中段时使用细的输尿管镜肾盂内压更小,而处理输尿管上段结石时两者无明显差异。输尿管上段结石使用输尿管软镜处理时可以获得较小的肾盂内压。将灌注压力控制在 200 cmH₂O 以下时输尿管软镜术中肾盂内压就能控制在安全范围。这种压力的差异可能与输尿管硬镜和软镜解构有关(表 2),输尿管硬镜为前细后粗的结构,虽然尖端较细(分别为 F6.5、F8),与输尿管软镜尖端相当甚至更细,但镜子末端直径分别为 F11、F13,远远大于输尿管软镜末端直径(F7.95、F8),而输尿管解剖结构上粗下细,与输尿管硬镜正好相反,容易产生输尿管下段与输尿管硬镜末端的“抱镜”情况,影响液体回流而造成肾盂内高压。从实验数据来看当输尿管硬镜置于输尿管肾盂连接处时肾盂内压接近灌注压,灌注液回流缓慢,非常危险。反观输尿管软镜在输尿管肾盂交界处时肾盂内压很低,可能是因为输尿管软镜前后粗细一致,末端比输尿管硬镜更细,灌注液能够通过输尿管和输尿管镜之间的间隙回流,保障肾盂内压力较低。Polyscope 软镜和奥林巴斯 P6 输尿管软镜外径相似但产生更高的肾盂内压,考虑跟 Polyscope 软镜灌注通道大于奥林巴斯 P6 软镜有关,在测量相同灌注压下输尿管软镜流量时发现 Polyscope 软镜流量高于奥林巴斯 P6(研究待发表)。

表 2 输尿管镜及输尿管软镜镜体外径
Tab.2 External diameter of semi-rigid and flexible ureteroscopes

输尿管镜	外径 (F)	
	尖端	末端
奥林巴斯 P6 软镜	7.95	7.95
铂立 F8 软镜	8.00	8.00
Wolf F6/7.5 输尿管镜	6.00	11.00
Wolf F8/9.8 输尿管镜	8.00	13.00

因此在临床中,为了保障肾盂内低压,处理输尿管中下段结石推荐使用更细的输尿管硬镜处理,处理输尿管上段结石时,推荐使用输尿管软镜。

本试验仅测量了在输尿管(软)镜腔道内放置 200 μm 光纤时肾盂内压力,对于没有光纤或放置其他规格的光纤肾盂内压力可能会有所不同。本试验未测试术中灌注液流量情况,从而无法估计在特定流量情况下肾盂内压。对于输尿管软镜碎石术临床中多会配合输尿管软镜导引鞘进行,本实验并没有涉及,后续实验将进行研究。

参 考 文 献

- [1] Schuster TG, Hollenbeck BK, Faerber GJ, et al. Complications of ureteroscopy: analysis of predictive factors[J]. J Urol, 2002, 167(4): 538-540.
- [2] Geavlete P, Georgescu D, Nită G, et al. Complications of 2735 retrograde semirigid ureteroscopy procedures: a single-center experience[J]. J Endourol, 2006, 20(3): 179.
- [3] Bas O, Tuygun C, Dede O, et al. Factors affecting complication rates of retrograde flexible ureterorenoscopy: analysis of 1571 procedures—a single-center experience[J]. World J Urol, 2017, 35(5): 819-826.
- [4] Rehman J, Monga M, Landman J, et al. Characterization of intrapelvic pressure during ureteropyeloscopy with ureteral access sheaths[J]. Urology, 2003, 61(4): 713-718.
- [5] Zhong W, Zeng G, Wu K, et al. Does a smaller tract in percutaneous nephrolithotomy contribute to high renal pelvic pressure and postoperative fever? [J]. J Endourol, 2008, 22(9): 2147-2151.
- [6] Nguyen HT, Kogan BA. Renal hemodynamic changes after complete and partial unilateral ureteral obstruction in the fetal lamb[J]. J Urol, 1998, 160(2): 1063-1069.
- [7] Schwalb DM, Eshghi M, Davidian M, et al. Morphological and physiological changes in the urinary tract associated with ureteral dilation and ureteropyeloscopy: an experimental study[J]. J Urol, 1993, 149(6): 1576-1585.
- [8] Wilson WT, Preminger GM. Intrapelvic pressures generated during flexible deflectable ureterorenoscopy[J]. J Endourol, 1990, 4(2): 135-141.
- [9] Jung H, Osher PJS. Intraluminal pressure profiles during flexible ureterorenoscopy[J]. Springerplus, 2015, 4(1): 1-5.
- [10] 夏术阶, 沈志杰, 邵怡, 等. 输尿管镜碎石术中肾盂压力的监测[J]. 中华医学杂志, 2008, 88(38): 2675-2678.

(责任编辑: 冉明会)