

肾动脉球囊导管低温灌注在腹腔镜肾部分切除术中的应用

陈现现, 管阳, 付金鑫, 陈朔, 袁凯, 刘轩, 马鑫, 王茂强, 刘凤永

【摘要】 目的 评价腹腔镜肾部分切除术前行肾动脉球囊导管置入术进行低温灌注的可行性和安全性。方法 选取解放军总医院 2013 年 3 月至 2016 年 12 月 35 例拟行腹腔镜肾脏肿瘤部分切除术患者, 肿瘤位于左肾 22 例, 右肾 13 例, 肿瘤长径 2.3~7.0 cm, 平均(4.1±1.2) cm。切除术前肾动脉球囊导管置入术, 术中经球囊导管灌注 4℃低温液体, 记录切除术中肾脏冷缺血时间, 手术时间, 术中出血量, 比较术前, 术后第 1、3、7 天肌酐清除率(Ccr)和肾小球滤过率估值(eGFR), 统计术中及术后并发症。结果 35 例患者肾动脉球囊导管均置入成功, 技术成功率 100%。1 例患者行切除术前球囊导管滑脱, 2 例术中发现阻断不全另使用动脉钳阻断, 另 32 例成功行单纯肾动脉球囊导管低温灌注下腹腔镜肾部分切除术, 术中及术后均未出现严重并发症。患肾冷缺血时间平均 45(20~125) min; 介入手术时间平均 28(20~40) min; 外科手术时间平均 147(95~235) min; 术中出血量平均 180(50~1 000) ml; 术前, 术后第 1、3、7 天 Ccr 分别为(96.5±15.1)、(75.2±10.5)、(54.3±13.8)、(91.8±14.1) ml/min, eGFR 分别为(99.5±15.3)、(70.3±12.5)、(65.5±11.7)、(96.8±12.3) ml·min⁻¹·1.73 m⁻²。经统计分析, 术前、术后第 7 天 Ccr 和 eGFR 值分别同术后第 1、3 天值相比较, 两组均存在统计学差异($P<0.01$), 术前同术后第 7 天比较, 两组均无明显统计学差异($P>0.05$)。结论 腹腔镜肾部分切除术前行肾动脉球囊导管低温灌注安全、可行, 有利于延长肾缺血时间、保护肾功能。

【关键词】 球囊导管; 低温灌注; 肾部分切除术; 腹腔镜; 数字减影血管造影

中图分类号: R543 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2017)-05-0413-05

The application of hypothermic perfusion via renal artery balloon catheter in laparoscopic partial nephrectomy CHEN Xianxian, GUAN Yang, FU Jinxin, CHEN Shuo, YUAN Kai, LIU Xuan, MA Xin, WANG Maoqiang, LIU Fengyong. Department of Interventional Radiology, General Hospital of PLA, Beijing 100853, China

Corresponding author: LIU Fengyong, E-mail: fengyongliu@aliyun.com

【Abstract】 Objective To evaluate the feasibility and safety of hypothermic perfusion via renal artery balloon catheter before laparoscopic partial nephrectomy. **Methods** A total of 35 patients, who were arranged to receive laparoscopic partial nephrectomy during the period from March 2013 to December 2016 at the General Hospital of PLA, China, were enrolled in this study. The tumor was located in the left kidney in 22 patients and in the right kidney in 13 patients. The long diameter of the tumors was 2.3–7.0 cm, with a mean of (4.1±1.2) cm. Before laparoscopic partial nephrectomy, the implantation of renal artery balloon catheter was performed in all patients. The intraoperative renal cold-ischemia time, the time spent for operation and the amount of intraoperative blood loss were recorded. The creatinine clearance rate (Ccr) and estimated glomerular filtration rate (eGFR) were determined before operation as well as at one, 3 and 7 days after operation. The intraoperative and postoperative complications were analyzed. **Results** Successful implantation of renal artery balloon catheter was accomplished in all 35 patients, with the technical success rate being 100%. Slipping of balloon catheter before laparoscopic partial nephrectomy occurred in one

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2017.05.008

作者单位: 100853 北京 解放军总医院介入放射科(陈现现、管阳、付金鑫、陈朔、袁凯、刘轩、王茂强、刘凤永)、泌尿外科(马鑫)

通信作者: 刘凤永 E-mail: fengyongliu@aliyun.com

patient; in 2 patients incomplete occlusion of renal artery was found during operation and artery forceps had to be used to occlude the renal artery. In the other 32 patients, laparoscopic partial nephrectomy under the condition of hypothermic perfusion via renal artery balloon catheter was successfully carried out. No severe complications occurred during and after the operation. The average cold-ischemia time of the diseased kidney was 45 (20–125) min, the mean time for interventional procedure was 28 (20–40) min, the average surgery time was 147 (95–235) min, the average amount of intraoperative blood loss was 180 (50–1000) ml. The Ccr values determined before and at one, 3, 7 days after nephrectomy were (96.5±15.1), (75.2±10.5), (54.3±13.8) and (91.8±14.1) ml/min respectively. The eGFR values determined before and at one, 3, 7 days after nephrectomy were (99.5±15.3), (70.3±12.5), (65.5±11.7) and (96.8±12.3) ml·min⁻¹·m⁻² respectively. Statistical analysis indicated that in both groups the preoperative and 7-day postoperative Ccr values and eGFR values were significantly different from their one-day and 3-day postoperative values ($P<0.01$), but no statistically significant differences existed between preoperative values and 7-day postoperative ones ($P>0.05$). **Conclusion** Hypothermic perfusion via renal artery balloon catheter before laparoscopic partial nephrectomy is clinically safe and feasible, it can prolong the safe time of renal ischemia and protect renal function. (J Intervent Radiol, 2017, 26: 413-417)

【Key words】 balloon catheter; hypothermic perfusion; partial nephrectomy; laparoscope; digital subtraction angiography

随着理论与技术的发展,保留肾单位的手术,越来越受到临床重视。孤立肾癌,双侧肾癌、对侧肾功能不全或无功能肾,根治性肾切除将会导致患者肾功能不全或尿毒症,肾脏部分切除术是其绝对适应证^[1-2]。分期不超过 T1 期的局限性肾脏肿瘤,只要技术允许,均应施行肾脏部分切除术^[3-4]。腹腔镜肾部分切除术已经成为局限性肾脏肿瘤治疗的金标准^[5-6]。但是对于复杂的肾脏肿瘤(内生性肿瘤或肾门部肿瘤等),采用肾脏部分切除术时,切除肿瘤和重建肾脏需要很长时间,保留的肾单位会因长时间的热缺血而丧失功能^[7]。近年,解放军总医院开展了肾动脉球囊导管置入后低温灌注下腹腔镜肾部分切除术,有效地提高了肾脏耐受缺血的时间,为切除手术争取了时间,且切除术后肾功能恢复良好。患者在切除术前当天行局麻 DSA 下肾动脉球囊导管置入术,现将手术方法和过程报道如下。

1 材料与方法

1.1 临床资料

本组 35 例,男 23 例,女 12 例,年龄 27~66 岁,平均(47.2±12.5)岁。术前均经增强 MRI 或 CT 或穿刺病理诊断为肾肿瘤,术前及术中均未发现远处转移。术后病理:25 例透明细胞癌,4 例乳头状肾细胞癌,4 例血管平滑肌脂肪瘤,2 例肾腺瘤。肿瘤长径 2.3~7.0 cm,平均(4.1±1.2) cm,其中 7 例双肾肿瘤,3 例多灶肿瘤。肿瘤位于左肾 22 例,右肾 13 例。1 例术前对侧肾盂积水已行对侧肾切除术,2 例左

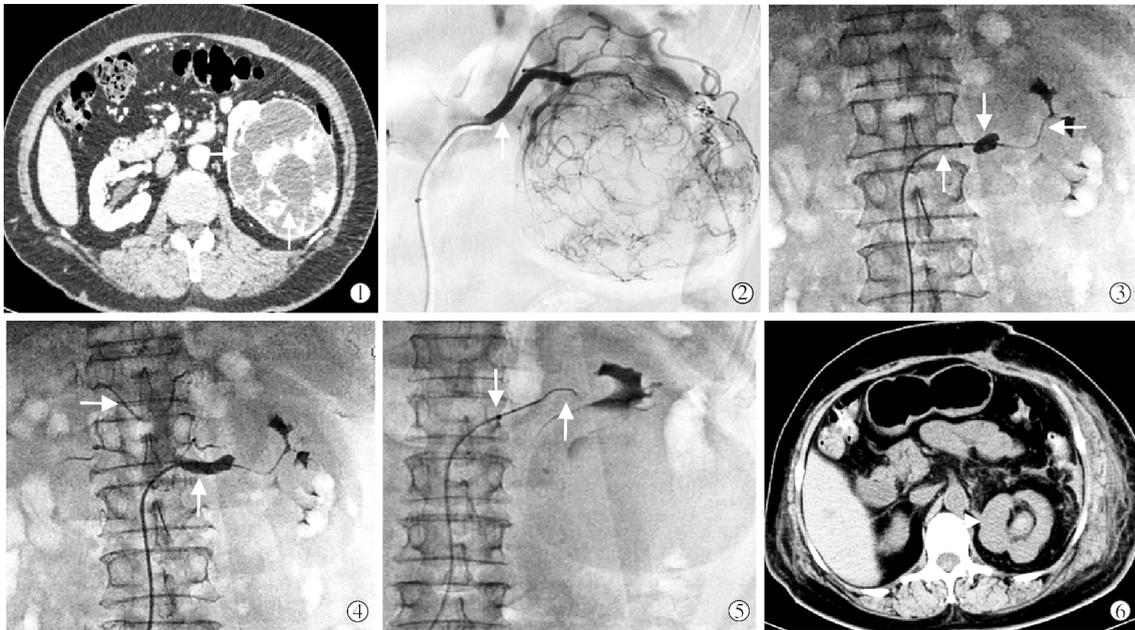
肾 1 个透明细胞癌,右肾多灶透明细胞癌,右肾术前左肾已行部分切除术,1 例对侧肾有血管平滑肌脂肪瘤。R.E.N.A.L.评分 7~10 分,平均 8 分。

1.2 方法

1.2.1 肾动脉球囊导管置入术 对拟行患肾部分切除术患者,术前完善相关检查、化验及常规术前准备后送入我科介入手术室。按常规行腹股沟区消毒、铺巾,以 1%利多卡因 10 ml 做局部浸润麻醉后,于皮肤穿刺口横向切开一长约 5 mm 的切口,用血管钳钝性分离至皮下组织,然后采用改良 Seldinger 技术,通过切口处进针穿刺右侧股动脉,穿刺成功后交换导入 6 F 动脉长鞘(Terumo Company),导入亲水型超滑导丝(Radifocus*GA35153M),导丝头端置于患肾动脉开口上方,然后跟入 6 F 导引导管(Boston Scientific),导管头端位于患肾动脉开口下方,变换头端方向使其与患肾动脉开口方向一致。变换导丝方向,使其进入患肾动脉远端,通过 6 F 导引导管沿导丝导入 4 F 眼镜蛇造影导管(Terumo Company),确认导管头端位于肾动脉开口处,后撤除超滑导丝,通过 4 F 造影导管行侧肾动脉造影,明确肾动脉走行、主干长度、直径及肿瘤供血动脉等情况(图 1①、②),再次导入超滑导丝,将眼镜蛇造影导管沿超滑导丝导入肾动脉深部,跟入 6 F 导引导管,使其头端置于肾动脉开口处。撤出造影导管,保持超滑导丝位置不变,选用 F5.5 Fogarty 球囊导管(EMB,Edwards Lifesciences,12TLW805F35),经冲洗及确认球囊充盈良好后,沿超滑导丝导入球囊导

管,根据肾动脉走行及主干长度将球囊置于适当位置^[8](图 1③)。球囊导管末端连接三通管。确认球囊位于患肾动脉主干后,用对比剂充分充盈球囊并记录充盈液体量,经球囊导管再次造影,确认肾动脉阻断理想后(图 1④)抽瘪球囊,关闭三通管,将 6 F 导引导管沿球囊导管及导丝跟入肾动脉至球囊边缘。后退导丝至肾动脉主干内(导丝仍超出球囊导

管头端),将导丝留置于球囊导管内(图 1⑤)。用肝素盐水充盈 6 F 动脉鞘,拧紧动脉鞘螺纹开关。将无菌纱布从中间部分剪一纵向开口,垫于动脉鞘皮肤进针口下,用贴膜覆盖纱布,使动脉鞘与皮肤相对位置保持固定。然后依次用贴膜固定动脉鞘及球囊导管及导丝于大腿前内侧,注意暴露球囊导管开口,以便外科手术中充盈球囊及灌注冷凝液(图 1⑥)。



①术前 CT 示左肾巨大肿瘤占位(箭头);②肾动脉造影,提示肿瘤由单一肾动脉供血(箭头);③球囊置于肾动脉主干内,尽量深入肾动脉(向下箭头),超滑导丝头端深入肾动脉分支(向左箭头)后,6 F 导引导管跟入肾动脉(向上箭头);④球囊充盈后,造影可见肾动脉主干对比剂停滞,肾动脉分支未见显影(向上箭头),并可见对比剂反流入腹主动脉其他分支(向右箭头);⑤抽瘪球囊后,导引导管留置于肾动脉(向下箭头),导丝越过球囊头端,留置于造影导管内(向上箭头);⑥肾部分切除术后第 14 天,可见残肾(箭头)

图 1 肾动脉球囊导管置入手术过程

1.2.2 患肾动脉低温灌注方法 肾脏部分切除术前,患肾动脉球囊导管中注入上述步骤同等剂量的 0.9%氯化钠溶液充分封堵肾动脉,术中以正压输液压力袋从造影管管口加压持续灌注 4℃乳酸林格液,速率约 50 ml/min。对于左侧肾脏, Bulldog 钳夹闭肾静脉近心端, Hem-o-lok 夹闭生殖静脉远心端,纵行切开生殖静脉近心端侧壁,作为灌注液流出通道;右侧则采用先快速灌注约 200 ml 灌注液使肾脏降温,再阻断肾静脉,切除肿瘤过程中让灌注液从创面流出。这样最大程度减少了低温灌注液直接进入人体循环,同时可为术者提供一个清晰无血的术野^[9]。

2 结果

35 例患肾动脉球囊导管均置入成功,技术成功率 100%。1 例患者切除术前发现球囊导管滑脱, DSA 提示该患者肾动脉主干较短(仅约 1.0 cm)。

2 例术中出现阻断不全,另使用动脉钳阻断,原因分别为存在副肾动脉供血和多支肾动脉供血,32 例成功行单纯肾动脉球囊导管阻断并低温灌注下腹腔镜肾部分切除术。术中及术后均未出现肾衰竭、肾动脉栓塞等严重并发症。患肾冷缺血时间平均 45(20~125) min;介入手术时间平均 28(20~40) min;外科手术时间平均 147(95~235) min;术中出血量平均 180(50~1 000) ml;术前,术后第 1、3、7 天 Ccr 和 eGFR(采用 MDRD 公式计算)平均值见表 1。

表 1 该组患者术前,术后 1、3、7 d Ccr 和 eGFR 平均值

参数	术前	术后 1 d	术后 3 d	术后 7 d
Ccr(ml/min)	96.5±15.1	75.2±10.5	54.3±13.8	91.8±14.1
eGFR(ml·min ⁻¹ ·1.73 m ⁻²)	99.5±15.3	70.3±12.5	65.5±11.7	96.8±12.3

经统计分析,术前、术后 7 d Ccr 和 eGFR 值分别与术后 1、3 d 值相比较,两组均存在统计学差异($P<0.01$),术前同术后 7 d 比较,两组均无明显统

计学差异($P>0.05$)。

3 讨论

肾脏肿瘤是泌尿系统发病率第 2 高肿瘤(仅次于膀胱癌),手术治疗是首选和主要治疗手段^[10]。肾部分切除术能够有效保留患者的肾功能。研究显示,小于 4 cm 的肾脏肿瘤,行保留肾脏的肿瘤切除术,5 年生存率与根治性肾切除术的结果相似^[11];大于 4 cm 的肾脏肿瘤、肾门旁肿瘤或多发性肾脏肿瘤等复杂肿瘤行肾部分切除术也相对适应^[12-13]。腹腔镜肾部分切除术优点是创伤小、术中失血量少、术后恢复快,但手术时间较长,故术中需较长时间阻断肾血流。此外,腹腔镜完全需要器械操作,以往开放手术中简单的肾降温方法无法在腹腔镜手术中应用。

肾脏血流丰富,为减少术中出血、保持术野清晰、避免肾组织肿胀变脆导致缝合困难,术中需要暂时阻断肾脏血流。然而,肾脏对于热缺血非常敏感,Becker 等^[14]系统回顾以往的文献后指出,切除术中,肾脏热缺血时间不应超过 20 min,冷缺血不应超过 2 h,否则会加重急性肾衰竭和慢性肾功能不全的风险,因此肾脏降温是降低这种缺血性损伤的主要方法^[13,15]。降低肾脏温度可以减少肾皮质细胞消耗能量的代谢活动,减少氧和 ATP 的消耗,低温的不良反主要是使细胞的钠钾泵失活,导致水钠滞留,但是,在 4℃ 以上,该过程是完全可逆的^[16]。研究显示,通过肾动脉低温灌注,肾脏降温速度是通过表面降温的 3 倍,且可使肾脏各部分温度均匀一致,效果优于传统方法^[17]。

本研究结果表明,切除术后短期内会出现一过性肾功能受损,术后 1 周左右可恢复至术前水平。同既往研究资料相比较,本组患肾冷缺血时间平均 45(20~125) min,较肾脏可耐受的热缺血时间明显延长,而外科手术时间、术中出血量等,该组较既往资料无明显差异^[11],提示该方法是安全、有效的。

肾部分切除术前行肾动脉球囊导管低温灌注的优点:① DSA 下选择性肾动脉造影,可明确肾动脉解剖特点及确认肿瘤的供血血管,若可以仅阻断部分肾脏血供,可以避免全部肾脏缺血,减少肾功能损害。② 术中通过球囊导管持续低温灌注,肾实质温度下降平稳且具有均质性^[17],有效延长肾脏耐受缺血时间,从而达到保护肾功能的目的。③ 缝合肾脏后开放动脉,一旦发现存在出血部位,可以及时再阻断,方便快捷,简单有效。④ 同时解决了腹腔

镜下动脉阻断和低温灌注 2 个临床难题,方法简单,安全可靠。

对于介入术中球囊放置方案的选择,考虑肾动脉的解剖存在一定变异率,其中肾动脉提前分支和多支肾动脉最常见,发生率分别约为 8% 和 24%^[18],因此准确掌握患肾动脉的解剖情况有助于选择最佳的球囊导管置入方案。对于多支肾动脉的情况,若肿瘤由 1 支肾动脉供血为主,可将球囊置于该处,剩余术中用动脉钳阻断;若无明显优势供血血管,可考虑放置双球囊或多球囊,或者部分放置球囊阻断,剩余术中动脉钳阻断。若造影提示肿瘤仅由某二级分支供血,也可将球囊置于该二级分支处,可避免阻断全部肾脏血流,减轻肾脏损害。对于肾动脉提前分支的情况,当肾动脉主干较短时,可考虑球囊位置适当越过分支处,在保证肾动脉主干存在球囊的前提下,尽可能将球囊深入肾动脉,最大限度降低球囊导管滑脱的风险^[19]。

介入术中及术后有以下几点需要注意:① 球囊导管置入前,充分造影有助于明确肾动脉走行、主干长度及直径,但同时需严格控制对比剂用量,并使用低肾毒性对比剂。② 球囊位置固定好后,跟入 6 F 导引导管,导管位置以尽可能深入肾动脉但又不包绕球囊为宜,这样既有助于固定球囊位置,又不会影响其充盈。③ 以往球囊导管放置后,常规撤出超滑导丝,但撤出导丝后,造影导管内易形成血栓,影响低温灌注液顺利注入,我们建议留置导丝于管内,注液前再撤出,可大大降低导管堵塞风险。④ 穿刺口附近导管鞘、导管、导丝的固定影响成败,要加强与外科医师及患者的沟通,详细阐明穿刺下肢制动等注意事项,防止因过度活动造成球囊滑脱。

本研究主要有以下不足之处:① 缺少严格对照的热缺血组患者;② 病例数较少,长期随访资料尚需进一步完善。

[参考文献]

- [1] Hinata N, Fujisawa M. Current status of robotic partial nephrectomy in Japan[J]. *Investig Clin Urol*, 2016, 57(Suppl 2): s121-s129.
- [2] Gu L, Ma X, Li H, et al. Comparison of oncologic outcomes between partial and radical nephrectomy for localized renal cell carcinoma: a systematic review and meta-analysis[J]. *Surg Oncol*, 2016, 25: 385-393.
- [3] Ertemi H, Khetrapal P, Pavithran NM, et al. Optimising renal cancer patients for nephron-sparing surgery: a review of pre-

- operative considerations and peri-operative techniques for partial nephrectomy[J]. *Urologia*, 2017, 84: 20-27.
- [4] Finelli A, Ismaila N, Bro B, et al. Management of small renal masses: American Society of Clinical Oncology clinical practice guideline[J]. *J Clin Oncol*, 2017, 35: 668-680.
- [5] Novara G, La Falce S, Kungulli A, et al. Robot-assisted partial nephrectomy[J]. *Int J Surg*, 2016, 36: 554-559.
- [6] Power NE, Silberstein JL, Touijer K. Is laparoscopic partial nephrectomy already the gold standard for small renal masses? [J]. *Arch Esp Urol*, 2013, 66: 90-98.
- [7] Lopes RI, Ming J, Koyle MA, et al. "Zero-ischemia" laparoscopic-assisted partial nephrectomy for the management of selected children with Wilms tumor following neoadjuvant chemotherapy [J]. *Urology*, 2017, 100: 103-110.
- [8] 欧阳强, 董伟华, 肖湘生. 移植肾动脉狭窄的介入治疗[J]. 介入放射学杂志, 2008, 17: 853-857.
- [9] 马鑫, 刘新, 郑涛, 等. 肾动脉低温灌注联合腹腔镜肾部分切除术处理复杂肾肿瘤的初步经验[J]. 微创泌尿外科杂志, 2014, 3: 80-83.
- [10] Sanchez-Zalabardo D, Millan-Serrano JA, De Pablo-Cardenas A, et al. Treatment of locally advanced renal tumors[J]. *Actas Urol Esp*, 2010, 34: 134-141.
- [11] Klatte T, Shariat SF, Remzi M. Systematic review and meta-analysis of perioperative and oncologic outcomes of laparoscopic cryoablation versus laparoscopic partial nephrectomy for the treatment of small renal tumors[J]. *J Urol*, 2014, 191: 1209-1217.
- [12] Oh JJ, Byun SS, Lee SE, et al. Partial nephrectomy versus radical nephrectomy for non-metastatic pathological T3a renal cell carcinoma: a multi-institutional comparative analysis[J]. *Int J Urol*, 2014, 21: 352-357.
- [13] Li HK, Chung HJ, Huang EY, et al. Impact of warm ischemia time on the change of split renal function after minimally invasive partial nephrectomy in Taiwanese patients[J]. *J Chin Med Assoc*, 2015, 78: 62-66.
- [14] Becker F, Van Poppel H, Hakenberg OW, et al. Assessing the impact of ischaemia time during partial nephrectomy [J]. *Eur Urol*, 2009, 56: 625-634.
- [15] Porpiglia F, Renard J, Billia M, et al. Is renal warm ischemia over 30 minutes during laparoscopic partial nephrectomy possible? One-year results of a prospective study[J]. *Eur Urol*, 2007, 52: 1170-1178.
- [16] Micali S, Silver RI, Kaufman HS, et al. Measurement of urinary N-acetyl-beta-D-glucosaminidase to assess renal ischemia during laparoscopic operations[J]. *Surg Endosc*, 1999, 13: 503-506.
- [17] Marberger M, Eisenberger F. Regional hypothermia of the kidney: surface or transarterial perfusion cooling? A functional study[J]. *J Urol*, 1980, 124: 179-183.
- [18] Ozkan U, Oguzkurt L, Tercan F, et al. Renal artery origins and variations: angiographic evaluation of 855 consecutive patients [J]. *Diagn Interv Radiol*, 2006, 12: 183-186.
- [19] 解阳, 顾俊鹏, 张海潇, 等. 脾动脉阻断联合射频消融术治疗脾功能亢进的疗效观察[J]. 介入放射学杂志, 2015, 24: 405-408.

(收稿日期:2016-08-26)

(本文编辑:俞瑞纲)