

DOI:10.3724/SP.J.1008.2011.01061

新型 Spider 单孔腹腔镜平台下猪肾部分切除术

杨波¹, 王辉清¹, Riccardo Autorino², 肖亮¹, 王林辉¹, 许传亮¹, Jihad H. Kaouk², 孙颖浩^{1*}

1. 第二军医大学长海医院泌尿外科, 上海 200433

2. Section of Laparoscopic and Robotic Surgery, Glickman Urological & Kidney Institute, Cleveland Clinic, 9500 Euclid Avenue Q10, 44195-Cleveland, Ohio, USA

[摘要] **目的** 在新型 Spider 单孔腹腔镜平台下进行猪肾部分切除术, 评估新型 Spider 单孔腹腔镜平台的操作特点及人机工程学特性。**方法** 猪麻醉固定后切开 2 cm 长的皮肤切口, 按 Spider 平台置入法建立通道。接气腹并置入 5 mm 观察镜, 调整好角度后, 固定在床边悬挂架上。按常规手术方式行肾脏部分切除术, 其中肾脏缺损以 2-0 V-loc 带倒刺的可吸收缝线连续全层缝合。**结果** 成功完成猪左肾部分切除术 2 例, 手术时间为 100、102 min, 肾脏温缺血 23、28 min, 出血 20~50 ml, 开放肾动脉后肾实质无继发性出血。**结论** Spider 单孔腹腔镜平台下猪肾部分切除术安全可行, 较好地解决了单孔腹腔镜“交叉操作”的难题, 器械碰撞干扰明显减少。但仍存在诸多缺陷, 尤其是依靠内鞘管带动的可弯器械无法提供足够的牵拉力量, 使得术中视野显露不够满意。

[关键词] 单孔腹腔镜手术; 外科器械; 肾部分切除术

[中图分类号] R 699.2

[文献标志码] A

[文章编号] 0258-879X(2011)10-1061-04

Laparoendoscopic single-site partial nephrectomy using a novel Spider surgical platform in pigs

YANG Bo¹, WANG Hui-qing¹, Riccardo Autorino², XIAO Liang¹, WANG Lin-hui¹, XU Chuan-liang¹, Jihad H. Kaouk², SUN Ying-hao^{1*}

1. Department of Urology, Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

2. Section of Laparoscopic and Robotic Surgery, Glickman Urological & Kidney Institute, Cleveland Clinic, 9500 Euclid Avenue Q10, 44195-Cleveland, Ohio, USA

[Abstract] **Objective** To use Spider system, a novel laparoendoscopic single-site (LESS) platform, for partial nephrectomy in pigs, so as to evaluate the feasibility and ergonomic features of the Spider system. **Methods** A 2 cm incision was made on the lateral border of the rectus muscle; the subcutaneous tissues and muscle layer were dissected bluntly by the Kelly clamp. With the outside sheath the Spider system was introduced into the peritoneal cavity. After establishment of pneumoperitoneum, a 5 mm scopy was introduced. The whole Spider platform was fixed using the suspension system on the bedside. The procedures of partial nephrectomy were performed according to the conventional steps. Renal reconstruction was done by the 2-0 V-loc barbed suture using the knotless closure technique. **Results** The procedure of partial nephrectomy was successfully performed in 2 cases, with the operation time being 100 and 102 min, the docking time being 7 and 11 min, and the time periods of warm ischemia being 23 and 28 min. The V-loc barbed suture was used to close the defect of kidney without bleeding after unclamping the renal artery. **Conclusion** This novel Spider LESS platform is safe and feasible for partial nephrectomy in pigs, which better solves the problem of “cross manipulation” in single-port laparoscopy, avoiding external instrument clashing; but it still has many drawbacks like the lack of strength and precise maneuverability of the tips, which may hamper the visual field in the operation.

[Key words] laparoendoscopic single-site surgery; surgical instruments; partial nephrectomy

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2011, 32(10):1061-1064]

[收稿日期] 2011-02-22 **[接受日期]** 2011-06-11

[基金项目] 上海市市级医院新兴前沿技术联合攻关项目 (SHDC12010115), 军队临床高新技术重大项目 (2010gxjs057). Supported by Municipal Hospitals' Project for Emerging and Frontier Technology of Shanghai (SHDC12010115) and Military Major Project for Clinical High-tech and Innovative Technology of China (2010gxjs057).

[作者简介] 杨波, 博士, 副教授、副主任医师. E-mail: yangbochanghai@126.com

* 通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-81873409, E-mail: sunyh@medmail.com.cn

近年来,随着技术和设备的不断成熟,单孔腹腔镜手术开始被越来越多的学者所接受和开展,在大量动物实验的基础上^[1-2],手术种类也从简单的肾囊肿去顶减压、单纯肾切除逐渐扩展到复杂的肾部分切除、肾盂输尿管离断成形等重建手术。然而,固有的“筷子效应”和交叉操作的手术模式仍然是限制单孔腹腔镜技术发展的主要障碍。单孔腹腔镜操作平台 Spider 系统的设计研发为克服这一缺陷提供了可能。在该平台上,术者可以传统腹腔镜的操作模式完成单孔腹腔镜手术,极大地降低了学习曲线。因此,本研究在此平台下进行猪肾部分切除术,以评估其操作特点及人机工程学特性。

1 材料和方法

1.1 Spider 单孔腹腔镜平台的设计及构造 Spider 单孔腹腔镜平台 (TransEnterix, Morrisville, NC, USA) 是一种新型多通道同向操作系统,设计理念是为了克服传统单孔腹腔镜的交叉操作瓶颈,改善学习曲线。该平台主体结构为“Y”型,当体内可弯鞘管展开后,就变为“X”型,类似蜘蛛状(图 1)。平台中央是 1 根四通道鞘管,左右通道由操作鞘占据,上下通道可置入 5 mm 的观察镜和辅助器械(吸引器或抓钳)。

操作通道的体外部分较为复杂,由硬性外操作杆(图 1a)通过“关节球”(图 2b)与平台主体相连接。外操作杆可以“关节球”为轴心旋转,带动 4 根牵引钢丝(图 1c),从而控制体内可弯鞘管的运动方向。整个平台由外固定架悬挂固定于床边(图 1e)。操作通道的体内部分是可弯鞘管(图 1b),左右鞘管之间由撑开杆连接(图 1d)。将左右鞘管并行,套上可撕开塑料外鞘(图 2a),就可沿腹壁的单一切口(直径 2 mm)置入腹腔内。接上气腹后,将塑料外鞘撕开,前推撑开杆,就可伞状撑开左右操作可弯鞘管,形成操作三角。

1.2 Spider 单孔腹腔镜平台的手术器械 Spider 手术平台所使用的是一种长臂、末端带有硬性支撑杆的专用柔性可弯器械。器械的前端结构类似消化内镜配套器械,后端手柄与腹腔镜传统一致。当器械置入操作孔后,手柄前方的硬性支撑杆正好卡进外操作杆内(图 3a)。术者运动器械手柄,由硬性支撑杆带动外操作杆,通过外操作杆的牵引钢丝联动控制体内可弯鞘管,最终由可弯鞘管带动内部的操作器械,进行不交叉的可弯操作模式。

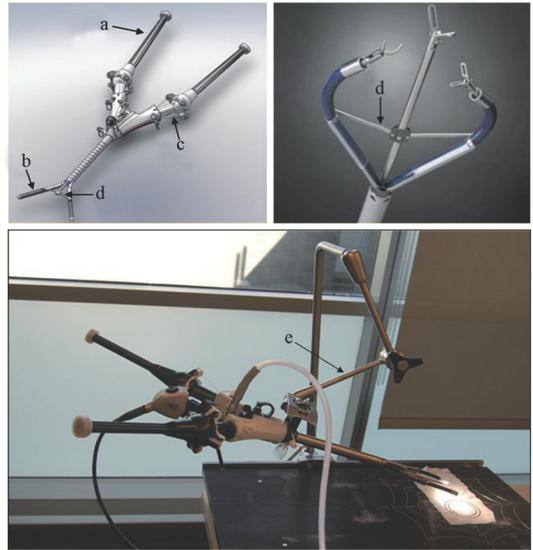


图 1 Spider 单孔腹腔镜操作平台

Fig 1 Spider LESS system

a: The grip; b: The flexible inner sheath; c: The traction wire; d: The distraction handle; e: The docking platform

1.3 Spider 单孔腹腔镜平台下猪肾部分切除术 2 岁龄香猪 2 只,体质量约 30 kg,来自克里夫兰临床医学中心动物实验中心(美国)。全麻插管后(丙泊酚+维库溴铵+芬太尼)取右侧卧位,平脐水平,沿左腹直肌外侧缘切开皮肤 2 cm。血管钳钝性分离各层腹壁肌肉至腹膜层后,切开腹膜,并用手指确认已进入腹腔空间。将 Spider 平台的内鞘管收拢,装入可撕开塑料外套管内,戴上圆锥形头套。外涂石蜡油后,将 Spider 手术平台置入腹腔,推脱头套后,撕开塑料外套管。接上气腹管建立气腹后,置入 5 mm 观察镜,检查腹腔有无出血或其他并发症。根据左肾位置,调整 Spider 平台的角度和高低水平后,固定在床边悬挂系统上(图 2)。



图 2 Spider 单孔腹腔镜平台下进行动物实验

Fig 2 Docked Spider surgical system during procedure

a: Plastic outer sheath; b: The ball joint connecting the grip and inner sheath

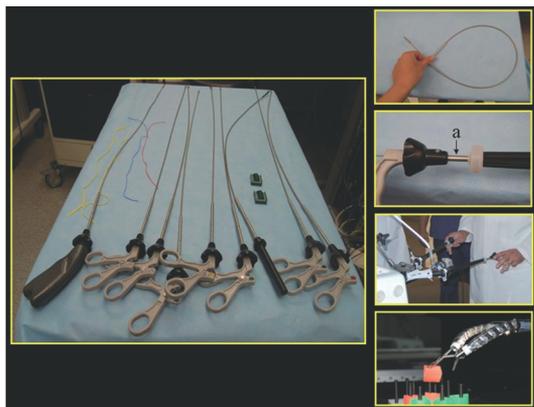


图 3 Spider 单孔腹腔镜平台的可弯器械

Fig 3 Flexible instrument of Spider surgical system

a: The rigid connection

置入可弯分离钳和剪刀,沿结肠外缘切开肾周筋膜,显露肾蒂。电钩小心剥离肾蒂周围脂肪,显露肾动静脉。黄色橡皮带阻断左肾动脉后,用剪刀切除肾中极 1 cm 大小肾实质组织。通过腹壁将 2-0 V-loc (Covidien, USA) 带倒刺的可吸收缝线穿入腹腔内,连续缝合全层关闭肾脏缺损。松开阻断带,观察肾实质有无出血(图 4)。

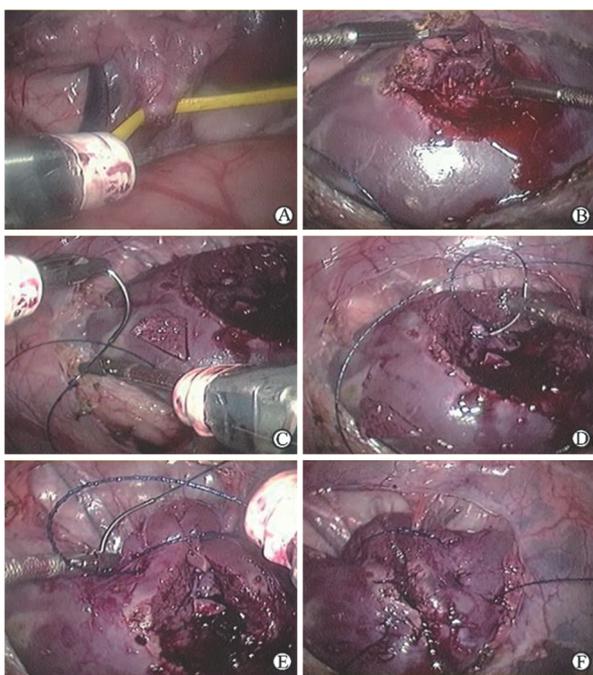


图 4 Spider 单孔腹腔镜下“无结”猪肾部分切除术

Fig 4 Knotless partial nephrectomy with Spider surgical system in pigs

A: To dissect renal artery; B: To excise the “tumor” with scissors; C-F: Knotless parenchymal renorrhaphy with 2-0 V-loc suture

2 结果

成功完成左肾部分切除术 2 例,手术时间分别

为 100、102 min,其中置入 Spider 平台分别耗时 7、11 min,游离肾蒂耗时分别为 54、46 min,置入 2-0 V-loc 缝线需 10、4 min,阻断肾蒂耗时 6、3 min,温缺血时间分别为 23、28 min。出血 20~50 ml,开放肾动脉后肾实质无继发性出血。第 2 台手术中因牵引钢丝崩断而更换 Spider 平台 1 次,耗时 10 min(图 5)。



图 5 崩断的牵引钢丝

Fig 5 Broken traction wire

3 讨论

20 世纪 80 年代以来,腹腔镜手术得到迅猛发展。而进入新世纪,外科医师继续在腹腔镜技术上进行创新,提出“无瘢痕手术”的设想,将手术瘢痕隐藏于肚脐处,单孔腹腔镜应运而生。单孔腹腔镜在泌尿外科的应用始于 2007 年,Rane 等^[3]报道了第一例的单孔腹腔镜单纯肾切除术,同年 Raman 等^[4]报道了根治性肾切除术。2008 年开始相继有肾部分切除术、输尿管膀胱再植术,根治性前列腺切除术的报道^[5-8]。

传统的腹腔镜需要腹腔镜与术者左右手操作孔尽可能地分布成倒的平面等边三角形,被称为“三角分布原则”。而单孔腹腔镜的器械操作呈“筷子效应”,显然违反了這個重要的原则,为此,可弯器械的交叉操作模式成为克服“筷子效应”的主要方法^[9]。也就是说,术者需要右手器械操作术野左边的区域,而左手器械控制右边的区域,这也大大提高了单孔腹腔镜手术的难度,成为限制其推广的原因之一。

Spider 单孔腹腔镜平台的出现使得这一难题的解决成为可能。它采用体外硬性操作杆带动体内可弯鞘管的机械原理,并采用完全可弯的操作器械,在体内形成了器械的“三角布局”。使术者无需采用交叉模式,即可完成单孔腹腔镜手术,人机工程学水平得到大大改善。本研究在“干实验室”的模拟培训基础上,进行了首例 Spider 单孔腹腔镜平台下肾部分切除术的动物实验。为解决缝合的难题,我们采用了体外导入 V-loc 带倒刺缝线的方法,完成了“无结”

肾脏缺损的关闭。手术顺利完成,温缺血时间控制在30 min内,术后创面无继发性出血。

经过此次动物试验的评估,我们对 Spider 单孔腹腔镜平台的优缺点有了初步认识:(1)该平台置入方便,其设计原理很好地解决了单孔腹腔镜交叉操作的难题,降低了学习曲线;而且,整个平台固定在床边悬挂架上,一人即可完成操作,减少了扶镜助手与主刀之间身体冲突的问题;配套器械比较全面,包括可弯吸引器、Hem-o-lok 持夹器等,可选择面较广;可弯内鞘管在体内活动度大,缝合时便于调整缝针角度;整个系统配有进气通道和出气通道,便于术中排烟。(2)该平台完全固定于悬挂架上,当操作区域需要上下调整(如从肾上极转到肾下极)或前后调整(从游离前面的结肠移到游离后面的肾脏),都必须重新拆装整个平台,灵活性不够。(3)该平台最主要的缺点是内鞘管强度不够,导致无法提供足够的对抗牵拉力。根据设计原理,内鞘管结构需要相对柔性可弯,从而提供足够的活动范围。然而,内鞘管中的器械也是柔性结构,导致软性器械在术中无法对组织进行提拉等对抗牵拉,非常不利于术中显露。该平台的第二代通过缩短内鞘的长度、增加结构强度,对该缺陷进行了一定程度的改良。(4)该平台缺乏10 mm以上的通道,无法置入常用缝针。为了关闭肾脏缺损,只能将缝针直接从腹壁穿入腹腔,然后完成手术。(5)该平台的第4个辅助通道与观察镜通道完全并行,而且距离过近,术中无法利用该通道进行术野吸引或额外辅助暴露。(6)该平台结构比较复杂,易于损坏。外操作杆通过4根牵引钢丝控制内鞘管的活动,用力过猛或角度过大时,牵引钢丝容易崩断。而且一旦损坏,必须更换整个平台。在“干实验室”的模拟培训和动物实验中,共出现4次钢丝崩断情况,动物实验的第2台也崩断一次,更换 Spider 平台耗时约10 min。这对于临床手术而言是个危险的隐患,从经济学的角度上,也是明显的缺陷。(7)传统的标本袋无法从通道内置入,导致标本难以顺利取出。

综上所述,Spider 平台利用巧妙的设计理念很好地解决了单孔腹腔镜“交叉操作”的难题,改善了人机工程学效果。尽管在设计细节上存在诸多的缺陷,但不可否认,该平台可能是未来单孔腹腔镜手术器械发展的方向。如能与微机器人技术更好地结合在一起,也许能引发另一次手术革新^[10-11]。

[参考文献]

[1] 杨波,王辉清,肖亮,牟燕清,王林辉,许传亮,等. 机器人单孔腹腔镜下行猪肾部分切除术及肾盂输尿管成形术的初步尝试[J]. 第二军医大学学报,2011,32:409-412.
Yang B, Wang H Q, Xiao L, Mou Y Q, Wang L H, Xu C L, et al. Robotic single-site surgery: laparoscopic partial nephrectomy and ureteropelvic angioplasty in pigs[J]. Acad J Sec Mil Med Univ, 2011, 32:409-412.

[2] 杨波,王辉清,肖亮,徐斌,王林辉,许传亮,等. 单孔腹腔镜下经膀胱根治性切除猪前列腺的初步尝试[J]. 第二军医大学学报,2011,32:195-197.
Yang B, Wang H Q, Xiao L, Xu B, Wang L H, Xu C L, et al. Single-port laparoscopic transvesical prostatectomy in pigs[J]. Acad J Sec Mil Med Univ, 2011, 32:195-197.

[3] Rane A, Kommu S, Eddy B, Abe C, Bonkat G, Reich O, et al. Clinical evaluation of a novel laparoscopic port (R-port[®]) and evolution of the single laparoscopic port procedure (SLiPP)[J]. J Endourol, 2007, 21 (Suppl 1): A22-A23.

[4] Raman J D, Bensalah K, Bagrodia A, Stern J M, Caddeu J A. Laboratory and clinical development of single keyhole umbilical nephrectomy[J]. Urology, 2007, 70: 1039-1042.

[5] Kaouk J H, Goel R K, Haber G P, Crouzet S, Desai M M, Gill I S. Single-port laparoscopic radical prostatectomy[J]. Urology, 2008, 72: 1190-1193.

[6] Kaouk J H, Goel R K. Single-port laparoscopic and robotic partial nephrectomy[J]. Eur Urol, 2009, 55: 1163-1169.

[7] 孙颖浩,王林辉,杨波,许传亮,肖亮,刘冰,等. 经脐单孔多通道腹腔镜手术治疗良性肾脏疾病的初步体会[J]. 中华泌尿外科杂志, 2009, 30: 611-614.

[8] 杨波,王辉清,孙颖浩,刘冰,王林辉,许传亮,等. 经脐单孔多通道腹腔镜肾盂输尿管成形术(附3例报告)[J]. 上海医学, 2010, 33: 728-730.

[9] Autorino R, Caddeu J A, Desai M M, Gettman M, Gill I S, Kavoussi L R, et al. Laparoendoscopic single-site and natural orifice transluminal endoscopic surgery in urology: a critical analysis of the literature[J]. Eur Urol, 2011, 59: 26-45.

[10] Haber G P, White M A, Autorino R, Escobar P F, Kroh M D, Chalikhonda S, et al. Novel robotic da Vinci instruments for laparoendoscopic single-site surgery[J]. Urology, 2010, 76: 1279-1282.

[11] 杨波,肖亮,王辉清,王林辉,许传亮,侯建国,等. 应用经脐单孔多通道腹腔镜技术切除猪肾的初步尝试及经验总结[J]. 第二军医大学学报, 2010, 31: 417-420.
Yang B, Xiao L, Wang H Q, Wang L H, Xu C L, Hou J G, et al. Transumbilical single-port laparoscopic nephrectomy in pigs: an initial experience[J]. Acad J Sec Mil Med Univ, 2010, 31: 417-420.

[本文编辑] 贾泽军