

## · 新技术 · 新方法 ·

## 机器人辅助肛门成形术治疗先天性肛门闭锁 9 例\*

常晓盼 汤绍涛\*\* 曹国庆 普佳睿 阳 历 张 茜 李 帅 杨德华 周 莹 李 康

(华中科技大学同济医学院附属协和医院小儿外科, 武汉 430022)

**【摘要】 目的** 探讨机器人辅助肛门成形术治疗先天性肛门闭锁的可行性和近期疗效。**方法** 2016 年 10 月~2017 年 10 月,应用机器人辅助肛门成形术治疗男性中、高位肛门闭锁 9 例(2 例直肠膀胱颈瘘,2 例直肠前列腺部尿道瘘,5 例直肠尿道球部瘘),平均年龄 4.7 月(3~9 月)。仰卧位,三孔法,使用 Si 型 da Vinci 机器人手术系统,单极电凝游离松解直肠系膜,在直肠固有筋膜下游离盲端及瘘管,直至末端切断,机器臂缝扎瘘口。镜头直视下经横纹肌复合体中心建立盆底隧道,将直肠从中拖出,与会阴皮肤间断吻合。**结果** 9 例均在机器人辅助下完成肛门成形术,平均手术时间 116 min(105~130 min),人机对接时间平均 42 min(35~50 min),操作台手术时间平均 31.4 min(26~38 min)。术中解剖层次清晰,几乎无出血,无术中并发症。术后住院时间平均 10.2 d(7~14 d)。平均随访 10 个月(6~15 个月),肛门功能评分优 6 例,良 3 例(污便)。2 例肛门狭窄。经保守治疗,连续随访半年,污便与肛门狭窄逐渐好转。**结论** da Vinci 机器人手术系统解剖瘘管精细、清晰,瘘口缝合严密、可靠,完整保护盆底神经和外括约肌系统,近期疗效满意。

**【关键词】** 先天性肛门闭锁; da Vinci 机器人手术系统; 腹腔镜辅助肛门成形术; 后矢状入路肛门成形术

文献标识:B 文章编号:1009-6604(2018)06-0549-05

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2018.06.019

**Robotic-assisted Anorectal Pull-through for Anorectal Malformations in 9 Infants** Chang Xiaopan, Tang Shaotao, Cao Guoqing, et al. Department of Pediatric Surgery, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, China

Corresponding author: Tang Shaotao, E-mail: tshaotao83@126.com

**【Abstract】 Objective** To evaluate the feasibility and short-term outcome of robotic-assisted anorectal pull-through for anorectal malformations in infants. **Methods** From October 2016 to October 2017, 9 male infants with anorectal malformations, including 2 cases of recto-bladder neck fistula, 2 cases of recto-prostate fistula, and 5 cases of recto-bulbar fistula, were treated by robotic-assisted anorectal pull-through. Their mean age was 4.7 months (range, 3–9 months). Three trocars were used. The patient was placed in supine position followed by insertion of trocars. The da Vinci Si robotic system was utilized. With the help of robotic hook, the rectum was mobilized by dividing the peritoneal folds on either side at the level of peritoneal reflection. Distal dissection was carried out under proper fascia of rectum until the end of fistula was identified. It was divided and repaired robotically. Guided by robotic visualization, an accurate pull-through canal was created with pelvic floor muscles surrounding it symmetrically. Then rectum was exteriorized to the perineum through this canal. Anorectal anastomosis was performed with interrupted suture. **Results** Nine patients underwent robotic-assisted anorectal pull-through successfully without intraoperative complications. The mean operative time was 116 min (range, 105–130 min). The mean docking time was 42 min (range, 35–50 min). The mean time at console was 31.4 min (range, 26–38 min). Anatomical layers and details of tissue were clearly identified during the surgery, with little blood loss. No intraoperative complications occurred. The mean time of postoperative hospitalization was 10.2 days (range, 7–14 d). During the follow-ups for a mean of 10 months (range, 6–15 months), there were 6 cases of good anus function scores and 3 cases of fair (soiling). Two patients experienced stricture of anus, and their defecation functions showed favourable evolution during 6-month follow-ups after conservative treatment. **Conclusions** The da Vinci robotic system allows better dissection and easier closure of fistula. It minimizes side injury of pelvic nerves and external sphincter by dissection under the proper fascia of rectum and accurate creation of pull-through canal. Early outcomes are encouraging, though further evidences of larger trials and long-term follow-ups are needed.

**【Key Words】** Anorectal malformations; The da Vinci robotic system; Laparoscopically assisted anorectal pull-through; Posterior sagittal anorectoplasty

\* 基金项目:卫计委公益性行业科研专项基金(201402007)

\*\* 通讯作者, E-mail: tshaotao83@126.com

自 1982 年 deVries 和 Peña<sup>[1]</sup> 提出后矢状入路肛门直肠成形术以来,其一直作为治疗中、高位肛门闭锁的经典标准术式,术后大便失禁发生率明显降低,但手术创伤大,术后存在伤口感染、便秘发生率高问题。2000 年 Georgeson 等<sup>[2]</sup> 首次提出腹腔镜辅助肛门成形术,具有创伤小、术后恢复快、便秘发生率低的特点,特别适合于高位肛门闭锁<sup>[3]</sup>。对于中位肛门闭锁的治疗存在争议,位置越低,瘘管处理越困难,尿道损伤的发生率也越高<sup>[4]</sup>。机器人手术系统具有高清成像和操作灵活的优势,在完成复杂手术操作方面具有明显优势<sup>[5,6]</sup>。2016 年 10 月~2017 年 10 月,我们应用 Si 型 da Vinci 机器人手术系统辅助行肛门成形术治疗 9 例男性先天性肛门闭锁,为中国第一篇关于机器人辅助肛门成形术的报道[教育部科技查新工作站(Z03),报告编号:201836000Z03E040],现将近期效果报道如下。

## 1 临床资料与方法

### 1.1 一般资料

本组 9 例,均为男性,3~9 月龄,平均 4.7 月,体重 5.8~8.7 kg,平均 7.1 kg。出生后即诊断先天性肛门闭锁,并行近端乙状结肠(5 例)或横结肠(4 例)造口(外院手术 4 例)。均行瘘管造影及直肠 MRI 平扫检查,按 Krichenbeck 分类<sup>[7]</sup>,诊断直肠膀胱颈瘘 2 例,直肠前列腺部尿道瘘 2 例,直肠尿道球部瘘 5 例。按 Wingspread 分类法<sup>[8]</sup>,中位肛门闭锁 5 例,高位肛门闭锁 4 例。

病例选择标准:出生后诊断先天性肛门闭锁,并行近端乙状结肠或横结肠造口术,按 Krichenbeck 分类归于直肠尿道球部瘘、直肠前列腺部尿道瘘或直肠膀胱颈瘘,分别对应 Wingspread 分类法的中位和高位肛门闭锁。

### 1.2 手术步骤

气管插管,全麻,仰卧位。患儿位于手术台尾侧,身体垫高,腹部、臀部、会阴部及双下肢消毒,无菌巾包裹下肢。采用三孔法,经脐放置 12 mm trocar 和 30° 腹腔镜,CO<sub>2</sub> 气腹压力 8~10 mm Hg (1 mm Hg = 0.133 kPa),气体流量 2.5~4.5 L/min。左、右侧上腹旁开脐孔约 5.5 cm 处分别置入 2 个 5 mm da Vinci trocar(图 1)。4 号针头左下腹穿入腹腔作为排烟孔。将 da Vinci 机器人从患儿脚侧完成对接(图 2)。术者左手持 Maryland 抓钳,右手持单极电凝。用电钩切开直肠两叶腹膜层,靠肠壁向远端游离,切开反折腹膜后,前壁和侧壁在直肠固有筋膜下游离(图 3A),后壁紧贴直肠壁游离(图 3B),向远端分离到瘘管逐渐变细,在末端靠近膀胱壁或尿道壁处切断瘘管(图 3C),用 5-0 可吸收线 8 字缝合修补瘘口(图 3D)。对于直肠尿道瘘,需要

将膀胱颈部悬吊暴露盆底,便于在盆底深部游离和缝合。镜头保持直视盆底的状态,分开脂肪组织,显示两侧的骶骨尾骨肌腹,同时开始会阴部操作。在电刺激引导下找准肛门外括约肌收缩的中心,刺激肌肉的同时,在腹腔视野中清晰辨认肌肉收缩的中心。会阴部收缩中心纵行切开皮肤 1.2 cm,用止血钳向盆底方向游离,镜头监视下从肛门括约肌和肛提肌中心进入腹腔(图 3E)。扩张盆底隧道至 14 号扩肛器可顺利通过,将直肠从该隧道中拖出,检查明确肠管血运良好及肠管无张力。将左、右侧肠壁浆肌层与骶前筋膜各缝合一针固定。撤除机械臂、trocar,解除气腹,缝合 trocar 孔。肛门成形采用 5-0 可吸收线完成直肠与会阴皮肤的无张力吻合(图 4)。

## 2 结果

9 例均在机器人辅助下顺利完成肛门成形术。前 6 例在肛门成形术后 2~4 个月再行Ⅲ期结肠造口闭合术,后 3 例术中同时关闭造瘘口。肛门成形术时间平均 116 min(105~130 min),其中人机对接时间(docking time,即开始置入 trocar 到完成调试的时间)平均 42 min(35~50 min),操作台手术时间(time at console,即术者开始使用机器人系统操作到完成腹腔镜部分的时间)平均 31.4 min(26~38 min)。术中直肠、瘘管分离层次清晰,视野干净,几乎无出血,无术中并发症。术后第 2~3 天开始进食,术后平均 5.4 d(4~7 d)拔除尿管,10.2 d(7~14 d)出院。

术后 2~3 周开始间断扩肛,时间 3~6 个月。术后平均随访 10 个月(6~15 个月),采用李正等<sup>[9]</sup> 肛门功能评分标准对排便功能进行评估,优 6 例(总分 5~6 分),良 3 例(总分 3~4 分,2 例直肠膀胱瘘,1 例直肠尿道瘘,这 3 例术前评估盆底肌群发育较差,随访至 6 个月肛管静息压均低于 10 mm Hg,未见直肠肛门抑制反射,继续随访半年后污便逐渐好转,自主控便能力增强,污便频率控制在每周 1~2 次)。2 例轻度肛门狭窄,自主排便困难,持续扩肛及药物调理 3 个月自主排便功能恢复正常(1~3 次/天)。3 例轻度黏膜脱垂,不影响排便。余 4 例未出现尿道瘘、肛门失禁、切口感染或黏膜脱垂等术后并发症,自主排便功能良好,会阴部对称,肛门位于肛门陷窝中心。

## 3 讨论

直肠尿道瘘是男性先天性肛门直肠畸形(anorectal malformations, ARM)最常见的肛门闭锁类型。按照 Wingspread 分类法<sup>[8]</sup>,直肠膀胱瘘和前列腺部尿道瘘对应高位肛门闭锁,直肠尿道球部瘘对应中位肛门闭锁,是本组所选的病例类型。直肠

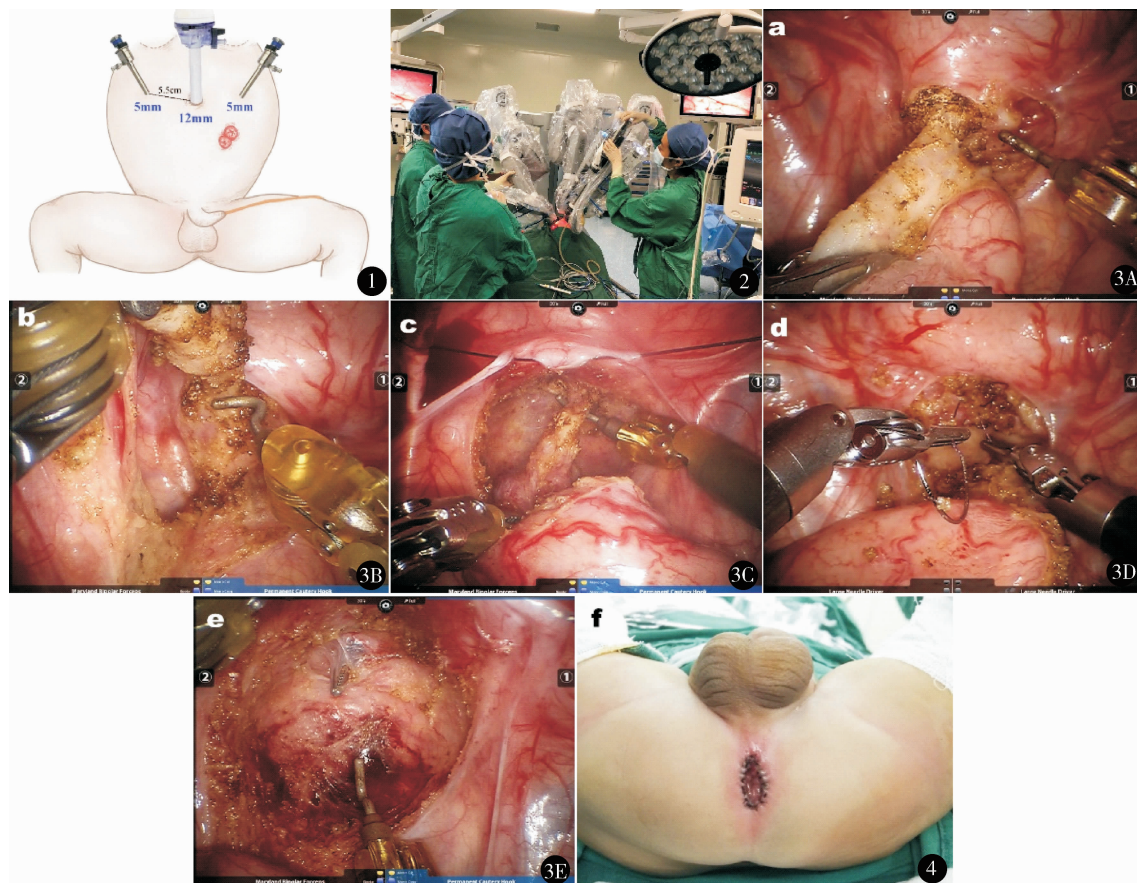


图1 trocar 分布示意图 图2 机器人安装调试场景 图3 机器人腹腔内操作:A. 在直肠固有筋膜下游离直肠前壁和侧壁;B. 紧贴直肠游离后壁;C. 悬吊膀胱,向远端分离到瘘管逐渐变细,在末端靠近膀胱壁、尿道壁处离断;D. 用 5-0 可吸收线 8 字缝合修补瘘口;E. 用止血钳向盆底方向游离,在镜头监视下从肛门括约肌和肛提肌中心入腹 图4 用 5-0 可吸收线完成直肠与会阴皮肤的无张力吻合

膀胱瘘是唯一必须经腹腔入路才能完成修补的类型,而关于直肠前列腺尿道瘘和直肠尿道球部瘘的最佳术式,目前存在争议<sup>[10,11]</sup>。后矢状入路肛门成形术 (posterior sagittal anorectoplasty, PSARP) 是目前广泛应用于中、高位 ARM 的传统标准术式,该方法为了解决术后大便失禁的问题,从后矢状入路充分暴露直肠肌环和横纹肌复合体,保证直肠在直视下从肌环正中通过<sup>[1]</sup>。但对高位置的瘘口不易完成修补,广泛的组织创伤造成感染率较高,缝合重建后的肌肉瘢痕性愈合,造成的狭窄使得术后便秘发生率升高,切口瘢痕大。2000 年 Georges 等<sup>[2]</sup>首次报道腹腔镜辅助肛门成形术 (laparoscopically assisted anorectal pull-through, LAARP),此后腹腔镜手术逐渐成为治疗 ARM 的重要手术方式,随着腔镜技术不断发展,国内已有一期完成 LAARP 的报道<sup>[12]</sup>。该术式在直视下游离直肠盲端,从盆底横纹肌复合体中心拖出至肛门窝,对肠管及括约肌损伤小,兼具治疗周期短、手术创伤小、处理高位瘘管

(直肠膀胱瘘)方便、术后便秘少等优点,术后排便功能等同或优于 Peña 手术<sup>[3,13~15]</sup>,但在肛门闭锁合并直肠前列腺部尿道瘘和直肠尿道球部瘘的治疗方面存在技术难题。由于婴幼儿盆腔狭小,瘘管位置越低,意味着解剖部位越深,操作越困难。由于直肠盲端与尿道的特殊解剖关系,游离过少会导致尿道憩室形成,游离过度则担心尿道、神经等重要组织损伤;瘘口位置隐蔽,缝合不牢担心尿瘘。腔镜操作技术特别娴熟的医生,建议游离直肠末端时采用剥离黏膜的方式完成瘘管分离,然后翻转镜头方向完成瘘管缝合<sup>[14,16,17]</sup>,但仍然不能完全避免并发症,且医生的人体工程学舒适度不佳。

目前关于机器人辅助肛门成形术的病例报道有 2 篇。2011 年沙特阿拉伯 Albassam 等<sup>[18]</sup>首次报道 5 例应用 da Vinci 机器人辅助治疗中、高位 ARM (2 例尿道球部瘘,3 例前列腺部尿道瘘),治疗原则与 LAARP 一致,平均手术时间 3.56 h,无术中并发症,术后随访 6~36 个月,并发症包括 1 例尿道憩室、1

例污便和 1 例直肠黏膜脱垂,均经保守治疗好转,无感染、肛门狭窄等并发症,肛门外观及位置良好。2016 年西班牙 Ruiz 等<sup>[19]</sup>报道 1 例直肠尿道瘘的机器人手术。2 位作者均提到机器人辅助手术具有优越的手眼协调性、精准性和灵巧性,减少在狭小空间内操作的困难,在 ARM 的手术操作中能够发挥重要优势。本文是中国第一篇关于机器人辅助肛门成形术的报道。

本中心从 2015 年底应用 da Vinci 机器人手术治疗小儿消化道畸形疾病<sup>[20]</sup>,积累 50 例以上手术经验后开始应用于更小患儿(新生儿、婴幼儿)。本组 9 例平均 4.7 月龄,前 6 例分 3 期完成手术,后 3 例行机器人肛门成形术的同时完成还瘘手术,手术同样顺利、有效,治疗总疗程缩短。本组机器人辅助肛门成形术的手术时间平均 116 min (105 ~ 130 min),操作台手术时间平均 31.4 min (26 ~ 38 min)。张金山等<sup>[21]</sup>报道 LAARP 治疗 30 例 ARM 手术时间 (151 ± 40) min、侯文英等<sup>[22]</sup>报道 LAARP 治疗 11 例 ARM 的中位腔镜操作时间 32.8 min (25 ~ 78 min),从手术时间来看,与常规腔镜手术相比,机器人手术应用于婴幼儿患者并没有表现出操作更繁琐。

da Vinci 机器人手术系统提供三维立体、高清、放大(最高 15 倍)影像,术者手眼配合更协调,能够获得更为清晰和放大的视野,有利于对直肠及周围膜结构<sup>[23,24]</sup>解剖(Denonvilliers 筋膜前层、Denonvilliers 筋膜后层即直肠固有筋膜、骶前筋膜)进行更深入的认识和更清楚的辨认,为微创手术提供清晰的解剖平面,减少出血和并发症,从而获得更好的手术效果。为了完成分离瘘管,我们应用 5 mm 单极电钩游离直肠盲端及瘘管,前壁和侧壁在直肠固有筋膜(Denonvilliers 筋膜后层)和直肠纵肌间游离,后壁紧贴直肠在直肠固有筋膜和骶前筋膜间分离,直到瘘管变细进入尿道部位。这样分离直肠和瘘管前壁时,远离位于 Denonvilliers 筋膜前层外围的血管以及排尿和性神经,最大限度保留排便、排尿或成年后的性功能<sup>[25,26]</sup>。后壁保留直肠固有筋膜,抗牵拉能力强,牵拉时不易破裂,有利于瘘管完整切除。同时,通过膀胱颈的悬吊和镜头的深入,在清晰放大的视野下轻松完成瘘口缝合。整个过程解剖层次分明,无可见出血。本组术后随访 3 例轻度污便、2 例便秘及 3 例黏膜脱垂均为 ARM 术后常见并发症,与个体发育程度及疾病特点有关,随访中观察和保守治疗后可得到改善,近期手术效果满意。

目前不足的是,机器人手术费用较传统腹腔镜手术增加约 13%<sup>[20]</sup>,本组应用的 Si 型 da Vinci 机器人手术系统的设计基于成人<sup>[27]</sup>,部分操作器械应用于婴幼儿太大。随着机器人和手术器械的不断改进,目前 5 mm 机器人 trocar 和器械已经在临床使

用,未来为小儿量身设计的 Xi 型 da Vinci 机器人手术系统<sup>[28]</sup>可能使新生儿、婴幼儿手术成为常规。

总之,da Vinci 机器人辅助肛门成形术治疗先天性肛门闭锁安全、可行,近期随访效果满意,尤其在瘘管分离、瘘口缝合和肌肉中心辨认方面优势明显。直肠固有筋膜下游离瘘管精细、清晰,外括约肌和神经得以保留完整。后期需要更大样本和术后功能长期随访结果验证。

## 参考文献

- 1 deVries PA, Peña A. Posterior sagittal anorectoplasty. *J Pediatr Surg*, 1982, 17(5): 638 - 643.
- 2 Georgeson KE, Inge TH, Albanese CT. Laparoscopically assisted anorectal pull-through for high imperforate anus: a new technique. *J Pediatr Surg*, 2000, 35(6): 927 - 930.
- 3 汤绍涛,曹国庆,董强松,等.腹腔镜下高位肛门闭锁肛门成形术及中期临床评估. *中华小儿外科杂志*, 2011, 32(7): 509 - 514.
- 4 汤绍涛.腹腔镜辅助手术治疗先天性肛门直肠畸形. *中华小儿外科杂志*, 2014, 35(6): 466 - 469.
- 5 Meehan JJ, Sandler A. Pediatric robotic surgery: a single-institutional review of the first 100 consecutive cases. *Surg Endosc*, 2008, 22(1): 177 - 182.
- 6 Sinha CK, Haddad M. Robot-assisted surgery in children: current status. *J Robot Surg*, 2008, 1(4): 243 - 246.
- 7 Holschneider A, Hutson J, Peña A, et al. Preliminary report on the international conference for the development of standards for the treatment of anorectal malformations. *J Pediatr Surg*, 2005, 40(10): 1521 - 1526.
- 8 Stephens FD, Smith ED. Classification, identification, and assessment of surgical treatment of anorectal anomalies. *Pediatr Surg Int*, 1986, 1(1): 200 - 205.
- 9 李正,王练英,王维林,等.先天性无肛术后远期排便功能综合评定. *中华小儿外科杂志*, 1990, 11(5): 283 - 285.
- 10 De Vos C, Arnold M, Sidler D, et al. A comparison of laparoscopic-assisted (LAARP) and posterior sagittal (PSARP) anorectoplasty in the outcome of intermediate and high anorectal malformations. *S Afr J Surg*, 2011, 49(1): 39 - 43.
- 11 Kimura O, Iwai N, Sasaki Y, et al. Laparoscopic versus open abdominoperineal rectoplasty for infants with high-type anorectal malformation. *J Pediatr Surg*, 2010, 45(12): 2390 - 2393.
- 12 Diao M, Li L, Ye M, et al. Congenital anomaly rectified at birth: one-stage single-incision laparoscopic-assisted anorectoplasty for newborns with anorectal malformations and recto-urethral fistula. *Surg Endosc*, 2016, 30(11): 5156 - 5164.
- 13 Yang J, Zhang W, Feng J, et al. Comparison of clinical outcomes and anorectal manometry in patients with congenital anorectal malformations treated with posterior sagittal anorectoplasty and laparoscopically assisted anorectal pull through. *J Pediatr Surg*, 2009, 44(12): 2380 - 2383.
- 14 Ming AX, Li L, Diao M, et al. Long term outcomes of laparoscopic-assisted anorectoplasty: a comparison study with posterior sagittal anorectoplasty. *J Pediatr Surg*, 2014, 49(4): 560 - 563.
- 15 Yazaki Y, Koga H, Ochi T, et al. Surgical management of recto-prostatic and recto-bulbar anorectal malformations. *Pediatr Surg Int*, 2016, 32(10): 939 - 944.
- 16 Srimurthy KR, Ramesh S, Shankar G, et al. Technical modifications

- of laparoscopically assisted anorectal pull-through for anorectal malformations. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2008, 18 (2): 340 - 343.
- 17 Diao M, Li L, Guan KP, et al. A novel laparoscopic technique for anorectal malformation with low recto-bulbar fistulae. Surg Endosc, 2017, 31(10): 4326 - 4330.
- 18 Albassam A, Gado A, Mallick MS, et al. Robotic-assisted anorectal pull-through for anorectal malformations. J Pediatr Surg, 2011, 46 (9): 1794 - 1797.
- 19 Ruiz MR, Kalfa N, Allal H. Advantages of robot-assisted surgery in anorectal malformations: report of a case. J Minim Access Surg, 2016, 12(2): 176 - 178.
- 20 张茜, 汤绍涛, 曹国庆, 等. da Vinci 机器人辅助腹腔镜 Soave 拖出术治疗先天性巨结肠症. 中国微创外科杂志, 2016, 16(2): 165 - 167, 184.
- 21 张金山, 李龙, 刁美, 等. 经脐单切口腹腔镜辅助肛门成形术治疗小儿中高位肛门闭锁. 中国微创外科杂志, 2016, 16(5): 424 - 427.
- 22 侯文英, 李龙, 刘树立, 等. 腹腔镜辅助中位肛门闭锁成形术 11 例报告. 中国微创外科杂志, 2007, 7(5): 439 - 441.
- 23 Muraoka K, Takenaka A. New findings of clinical anatomy in pelvis. Nihon Rinsho, 2016, 74(1): 66 - 71.
- 24 高炜, 张雪宁, 郭志, 等. Denonvilliers 筋膜的应用解剖学研究进展. 中国临床解剖学杂志, 2016, 34(1): 111 - 114.
- 25 Wei HB, Fang JF, Zheng ZH, et al. Effect of preservation of Denonvilliers' fascia during laparoscopic resection for mid-low rectal cancer on protection of male urinary and sexual functions. Medicine (Baltimore), 2016, 95(24): e3925.
- 26 苏松盛, 何进达, 曾凡英. 腹腔镜直肠癌术中保留 Denonvilliers 筋膜对中青年男性排尿及性功能影响. 中华普外科手术学杂志(电子版), 2017, 11(2): 140 - 143.
- 27 Ozben V, Cengiz TB, Atasoy D, et al. Is da Vinci Xi better than da Vinci Si in robotic rectal cancer surgery? Comparison of the 2 generations of da Vinci Systems. Surg Laparosc Endosc Percutan Tech, 2016, 26(5): 417 - 423.
- 28 Morelli L, Di Franco G, Guadagni S, et al. Robot-assisted total mesorectal excision for rectal cancer: case-matched comparison of short-term surgical and functional outcomes between the da Vinci Xi and Si. Surg Endosc, 2018, 32(2): 589 - 600.

(收稿日期: 2017 - 10 - 18)

(修回日期: 2018 - 04 - 04)

(责任编辑: 王惠群)