

## · 实验研究 ·

应用应变测力装置评估经脐入路腹腔镜手术常用 Port 的灵活性<sup>\*</sup>谢晓峰 朱江帆<sup>\*\*</sup> 邹乾林<sup>①</sup>

(同济大学附属东方医院普外科, 上海 200120)

**【摘要】 目的** 评估经脐入路腹腔镜手术中常用 3 种 Port 的灵活性。 **方法** 用腹腔镜操作训练箱、薄膜应变片和动态应变测试采集系统组建应变测力传感装置, 比较使用不同 Port 完成相同操作的用力和时间。 **结果** 完成相同标准操作 Multi-ports 组最小, 且用力显著小于 TriPort 组 [右手 ( $0.68 \pm 0.12$ ) N vs. ( $1.33 \pm 0.22$ ) N,  $P = 0.000$ ; 左手 ( $0.66 \pm 0.18$ ) N vs. ( $1.25 \pm 0.21$ ) N,  $P = 0.000$ ], SILS Port 组用力显著小于 TriPort 组 [右手 ( $0.92 \pm 0.29$ ) N vs. ( $1.33 \pm 0.22$ ) N,  $P = 0.003$ ; 左手 ( $0.82 \pm 0.18$ ) N vs. ( $1.25 \pm 0.21$ ) N,  $P = 0.001$ ]。Multi-ports 组完成操作时间最短, 显著少于 SILS Port 组 [ $(76.6 \pm 17.8)$  s vs. ( $105.9 \pm 27.2$ ) s,  $P = 0.030$ ] 和 TriPort 组 [ $(76.6 \pm 17.8)$  s vs. ( $106.3 \pm 23.9$ ) s,  $P = 0.028$ ]。 **结论** 3 种置入装置中, 完成相同标准操作 Multi-ports 用力较小、所需时间最少, 操作相对更为灵活。

**【关键词】** 经脐入路腹腔镜手术; 置入装置; 应变; 测力; 灵活性

中图分类号: R-331

文献标识: A

文章编号: 1009-6604(2013)02-0184-03

**Evaluation of Flexibility of Three Access Devices for Transumbilical Laparoscopic Surgery by Using Strain Force Measurement System** Xie Xiaofeng\*, Zhu Jiangfan\*, Zou Qianlin. \*Department of General Surgery, East Hospital, Tongji University, Shanghai 200120, China

**【Abstract】 Objective** To evaluate the flexibility of three common access devices in transumbilical laparoscopic surgery. **Methods** A strain force measurement system, which was composed of a training simulator, strain gauges and force sensing systems mounted with a dedicated software, was set up. Based on this system, the forces and operation time were compared among Multi-ports, TriPort and SILS Port, when a standard task was performed. **Results** Compared to TriPort group, Multi-ports group had significantly lower mean operation force [right hand: ( $0.68 \pm 0.12$ ) N vs. ( $1.33 \pm 0.22$ ) N,  $P = 0.000$ ; left hand: ( $0.66 \pm 0.18$ ) N vs. ( $1.25 \pm 0.21$ ) N,  $P = 0.000$ ]. The SILS Port group showed significantly lower mean operation force than TriPort group [right hand: ( $0.92 \pm 0.29$ ) N vs. ( $1.33 \pm 0.22$ ) N,  $P = 0.003$ ; left hand: ( $0.82 \pm 0.18$ ) N vs. ( $1.25 \pm 0.21$ ) N,  $P = 0.001$ ]. And Multi-ports group had significantly shorter operation time than both SILS Port [ $(76.6 \pm 17.8)$  sec vs. ( $105.9 \pm 27.2$ ) sec,  $P = 0.030$ ] and TriPort groups [ $(76.6 \pm 17.8)$  sec vs. ( $106.3 \pm 23.9$ ) sec,  $P = 0.028$ ]. **Conclusion** Considering its least force and shortest operation time, we recommend Multi-ports as the most flexible device in a training simulator.

**【Key Words】** Transumbilical endoscopy; Port; Strain; Force measurement; Flexibility

经脐入路内镜手术(transumbilical endoscopic surgery, TUES)应用范围不断扩展, 已经涉及到肝、脾、胃肠道切除, 以及减重手术等<sup>[1]</sup>。不同公司生产了各种用于器械置入的装置(Port), 这些 Port 哪种更为适用, 尚缺乏客观评估。本研究使用 3 种常用的 TUES 手术置入装置: Multi-ports(脐周放置 3 只去除末端膨大部分的 trocar)、TriPort、SILS Port, 在腹腔镜模拟训练箱上进行标准操作, 应用应变测力传感装置评估完成操作的力和时间, 比较这些置入装

置操作的灵活性, 哪个更宜适用于 TUES。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与设备

选用 200 型腹腔镜模拟训练箱, 训练箱面板上的模拟腹壁材料为三元乙醚海绵(上海瑞红实验室设备有限公司), 厚度 2 cm。将 3 种常用的 TUES 手术置入装置(Port): TriPort(日本奥林巴斯公司)、SILS Port(美国 Covidien 公司)、Multi-ports(杭州医达器械厂)

\* 上海浦东新区重点发展学科项目资助(PWZxk2010-07)

\*\* 通讯作者, E-mail: zhujiangfan@hotmail.com

① (上海电力学院物理实验中心, 上海 200090)

分别置入腹腔镜模拟训练箱的模拟腹壁结构。与薄膜应变片(BX120-1AA,北京波谱世纪科技发展有限公司)、DH3817 动静态应变测试采集系统(江苏东华测试技术有限公司)组建应变测力传感装置。

1.2 方法

取 2 个 5 mm 腹腔镜分离钳,于轴杆接近手柄转轮处剥离绝缘层,显露金属轴杆,在 0°、90°、180°、360°位置处用激光定位后,粘贴薄膜应变片(图 1),连接至 DH3817 动静态应变测试采集系统,分别置入位于腔镜训练箱模拟腹壁内的不同 Port 中,组建应变测力传感装置(图 2),测量受试者完成 TUES 操作时所用的力。我们设计了一项需要双手协作的

“穿绳入环”作为标准操作任务:左手分离钳夹持细绳穿环后,由右手器械接过细绳穿环,成功后再递予左手持绳穿环,如此反复,共穿过 6 个环(图 3)。选择 7 位外科住院医师,无 TUES 经验,但有传统腹腔镜手术经验,在测力传感装置上每人分别在 3 种 Port 上各完成“穿绳入环”,1 次记为一组。不同 Port 操作的先后次序由计算机随机数发生器随机抽取决定。用 DH3817 动静态应变测试采集软件采集整个标准操作过程中所用器械应变的平均值,经标定后,得出标准操作过程中所用力的平均值,单位为牛顿(N)。同时记录 7 位外科住院医师在实验中完成“穿绳入环”任务的操作时间。

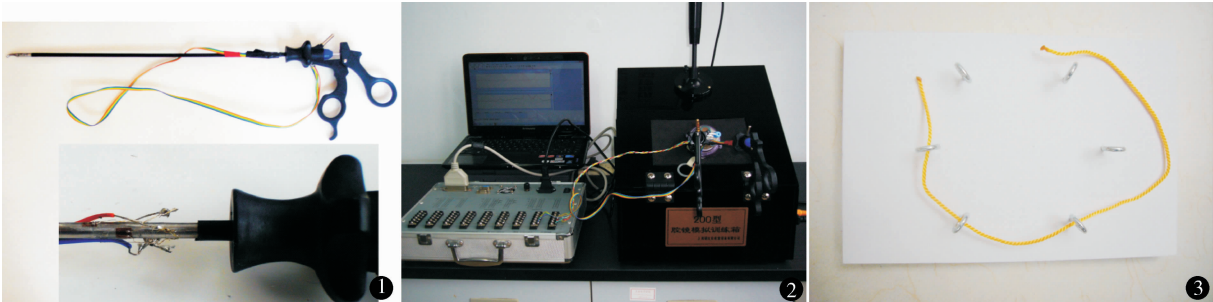


图 1 粘贴薄膜应变片的器械 图 2 应变测力传感装置 图 3 “穿绳入环”任务

1.3 统计学分析

采用 SPSS17.0 统计软件分析数据,数据以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间差异用单因素方差分析, $P < 0.05$  为有统计学差异。

2 结果

完成标准操作时左右手用力均以 Multi-ports 组最小,Multi-ports 组与 TriPort 组、SILS Port 组与 TriPort 组均有显著差异( $P < 0.05$ ),但 Multi-ports 组与 SILS Port 组组间差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 1。完成标准操作所需时间,Multi-ports 组( $76.6 \pm 17.8$ )s < TriPort 组( $106.3 \pm 23.9$ )s < SILS Port 组( $105.9 \pm 27.2$ )s; Multi-ports 组与 SILS Port 组有统计学差异( $P = 0.030$ ),Multi-ports 组与 TriPort 组有显著差别( $P = 0.028$ ),SILS Port 组与 TriPort 组无统计学差异( $P = 0.973$ ),见表 2。

表 2 3 组完成标准操作所需时间比较( $\bar{x} \pm s$ ) s

组别	完成标准操作所需时间
Multi-ports 组( $n = 7$ )	$76.6 \pm 17.8$
TriPort 组( $n = 7$ )	$106.3 \pm 23.9^a$
SILS Port 组( $n = 7$ )	$105.9 \pm 27.2^b$
F 值	7.424
P 值	0.001

<sup>a</sup>Multi-ports 组与 TriPort 组有显著差异( $P = 0.028$ );<sup>b</sup>Multi-ports 组与 SILS Port 组有显著差异( $P = 0.030$ )

3 讨论

TUES 作为微创外科的最新进展,应用范围不断拓展<sup>[2-8]</sup>,其描述术语众多:TUES、LESS、SILS、SPA<sup>[9]</sup>。为表述方便,本文以 TUES 来描述。TUES 存在的主要问题是脐部狭小空间器械之间相互碰撞导致的外部冲突,腹腔内器械之间距离较近而引起的内部冲突,以及由于器械几乎呈平行状态而导致的“三角关系”缺失和视野受限。解决上述问题的途径主要包括研发经脐置入装置和改进手术器械,现有的这些装置是否能提供便利的操作,更好的满足手术的需求,则需要进行客观评估。

Schill 等<sup>[10]</sup>测试普通穿刺器和 SILS Port、TriPort、Gelport 在腹腔镜训练箱上完成腹腔镜外科基础训练任务(fundamentals of laparoscopic surgery, FLS)的时间,结果显示普通穿刺器用时最少。另一项前瞻性随机对照研究<sup>[11]</sup>分别用 SILS Port、TriPort、

表 1 3 组完成标准操作的用力情况( $\bar{x} \pm s$ ) N

组别	右手	左手
Multi-ports 组( $n = 7$ )	$0.68 \pm 0.12^a$	$0.66 \pm 0.18^c$
TriPort 组( $n = 7$ )	$1.33 \pm 0.22$	$1.25 \pm 0.21$
SILS Port 组( $n = 7$ )	$0.92 \pm 0.29^b$	$0.82 \pm 0.18^d$
F 值	15.045	17.692
P 值	0.000	0.000

<sup>a</sup>Multi-ports 组与 TriPort 组有差异, $P = 0.000$ ;<sup>b</sup>SILS Port 组与 TriPort 组有差异, $P = 0.003$ ;<sup>c</sup>Multi-ports 组与 TriPort 组有差异, $P = 0.000$ ;<sup>d</sup>SILS Port 组与 TriPort 组有差异, $P = 0.001$

Gelpert 和传统腹腔镜置入装置,在腹腔镜训练箱中完成 FLS 任务中的移动任务,对完成任务的成绩和主观问卷进行比较,结果表明:完成移动任务时的总平均成绩,所评估的几种 Port 与传统腹腔镜置入装置之间无显著差异;主观问卷结果则显示初学者掌握使用 SILS Port 和 Gelpert 比 TriPort 更容易。本研究中,我们使用 Multi-ports、TriPort 和 SILS Port 进行标准 TUES 操作,完成相同任务所需力量越小、花费的时间越少表明操作时更灵活。在传统腹腔镜外科的培训中,基于应变传感原理的力测量系统已应用于外科医生完成任务时技能的评估<sup>[12,13]</sup>。我们设计了 TUES 操作的“穿绳入环”任务,构建了适用于 TUES 操作的应变传感测力系统,通过比较完成标准操作的力和时间来评估临床上常用的置入装置。

“穿绳入环”任务要求双手协作,避免了受试者在测试过程中不自觉地单手操作,可以模拟 TUES 实际操作。在不同装置中,受试者完成相同操作所用的力越多,说明互相干扰冲突越大。本研究未采用缝合等双手协作为测试任务,因为在 TUES 缝合下难度较大,会导致因测试时间过长、受试者疲劳等而产生偏倚。我们设计了用于 TUES 的应变测力传感装置:薄膜应变片粘贴于器械金属轴杆的测点上,器械受力后金属轴杆发生形变,测点发生应变,作为传感元件的应变片也随之变形,使应变片的电阻发生变化。由应变测试采集系统测出电阻变化大小,并转换为测点应变值的动态变化过程,通过 DH3817 动静态应变测试采集系统软件采集,可测得操作过程中应变的平均值,经标定后可得出标准操作过程中所用力的平均值。受试者操作的先后次序由计算机随机数发生器随机抽取,且每人仅完成一组操作,是为了避免疲劳和经验转移(即甲装置上多次操作后获得一定经验,会提高之后在乙装置进行操作的成绩)对实验结果的潜在影响。

几种装置相比,使用 Multi-ports 时用力最小, TriPort 最大,使用 TriPort 时用力与 Multi-ports、SILS Port 均有显著差异,Multi-ports 和 SILS Port 用力虽有不同,但并没有统计学差异。这与几种装置的结构设计有关:Multi-ports 各自独立,其移动过程中仅受插入周围模拟腹壁材料的限制;SILS Port 置入外周沙漏状弹性多聚体的 3 个 Port 也是独立的,其置入深浅可调节,受沙漏状多聚体和模拟腹壁材料的共同限制;TriPort 则是一体化设计,受 TriPort 的外周圆盘——TriPort Boot<sup>[14]</sup>和插入周围模拟腹壁材料的共同限制。尽管 SILS Port 外周弹性多聚体的限制增加了完成任务阻力,显然由于 Multi-ports 和 SILS Port 具有相似的孔道结构,因此,操作时用力无显著差异。由于 Multi-ports 是独立的 Port 放置结

构,最接近于传统腹腔镜操作模式,符合腔镜医生操作习惯,因此,完成相同操作任务的时间最短。

本研究结果证实,3 种常用的经脐入路手术置入装置中,完成相同操作 Multi-ports 所需用力最小、所需时间最少,操作中相对更为灵活。由于本研究仅是体外模拟实验,实际操作中要受腹壁厚度、腹肌紧张度等诸多因素的影响。总之,通过应用应变测力传感装置开展培训评估的实验研究,可以为 TUES 手术置入装置的比较和评估提供一些理论参考。

## 参考文献

- 1 Zhu JF. Transumbilical endoscopic surgery: History, present situation and perspectives. *WJGE*, 2011, 3(6):107-109.
- 2 朱江帆,胡海,马颖璋,等.用改良的器械实现腹壁无可见瘢痕的经脐入路腹腔镜胆胆囊切除术. *中国微创外科杂志*, 2009, 9(1):56-58.
- 3 Choi SI, Lee KY, Park SJ, et al. Single port laparoscopic right hemicolectomy with D3 dissection for advanced colon cancer. *World J Gastroenterol*, 2010, 16(2):275-278.
- 4 Diana M, Dhumane P, Cahill RA, et al. Minimal invasive single-site surgery in colorectal procedures: Current state of the art. *J Minim Access Surg*, 2011, 7(1):52-60.
- 5 Roberts KE. True single-port appendectomy: first experience with the "puppeteer technique". *Surg Endosc*, 2009, 23(8):1825-1830.
- 6 Koh CE, Martin DJ, Cavallucci DJ, et al. On the road to single-site laparoscopic adjustable gastric banding: lessons learned from 60 cases. *Surg Endosc*, 2011, 25(3):947-953.
- 7 Surgit O. Single-incision laparoscopic surgery for total extraperitoneal repair of inguinal hernias in 23 patients. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2010, 20(2):114-118.
- 8 Bruzoni M, Dutta S. Single-site umbilical laparoscopic splenectomy. *Semin Pediatr Surg*, 2011, 20(4):212-218.
- 9 Zhu JF. Which term is better: SILS, SPA, LESS, E-NOTES, or TUES? *Surg Endosc*, 2009, 23(5):1164-1165.
- 10 Schill MR, Esteban VJ, Frisella MM, et al. Comparison of laparoscopic skills performance between single-site access (SSA) devices and an independent-port SSA approach. *Surg Endosc*, 2012, 26(3):714-721.
- 11 Brown-Clerk B, de Laveaga AE, LaGrange CA, et al. Laparoendoscopic single-site (LESS) surgery versus conventional laparoscopic surgery: comparison of surgical port performance in a surgical simulator with novices. *Surg Endosc*, 2011, 25(7):2210-2218.
- 12 Trejos AL, Patel RV, Naish MD, et al. A sensorized instrument for skills assessment and training in minimally invasive surgery. *J Med Devices*, 2009, 3(4):1-12.
- 13 Hanna GB, Drew T, Arnold G, et al. Development of force measurement system for clinical use in minimal access surgery. *Surg Endosc*, 2008, 22(2):467-471.
- 14 Froghi F, Sodergren MH, Darzi A, et al. Single-incision laparoscopic surgery (SILS) in general surgery: a review of current practice. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2010, 20(4):191-204.

(收稿日期:2012-07-24)

(修回日期:2012-11-23)

(责任编辑:李贺琼)