

· 文献综述 ·

单孔腹腔镜手术进展与未来

姜海军 综述 宫轲* 审校

(北京世纪坛医院外科, 北京 100038)

中图分类号: R656

文献标识: A

文章编号: 1009-6604(2010)01-0037-04

常规腹腔镜手术需要在腹壁取多个操作孔道来完成, 一般为 3~5 个 5~15 mm 的操作孔。尽可能的减少手术创伤是所有外科医生的追求, 也是微创外科的发展方向。单孔腹腔镜手术 (single-port 或 single-incision laparoscopic surgery) 的发展也见证了这一外科微创时代的变迁。单孔腹腔镜手术除常规治疗作用外, 美容效果也大大提高, 在其发展的过程中, 得到了国外广大患者的认可。虽然国内开展较少, 但国外已在多学科逐步开展起来了, 现就其进展及未来做一综述。

1 单孔腹腔镜手术的定义

单孔腹腔镜手术是指由一个 1.5~4 cm 的小切口置入多个穿刺器或一个带有多个操作孔道的穿刺器, 通过操作孔道置入手术器械完成手术操作。通常取脐部小切口, 但不完全限于脐部。

2 单孔腹腔镜手术的命名

与经自然腔道内镜手术 (natural orifice transluminal endoscopic surgery, NOTES) 不同, 目前为止, 单孔腹腔镜手术命名多样, 还没有统一标准。有些名称涉及了切口部位, 因通常取脐部切口, 命名如下: 经脐单孔手术 (one-port umbilical surgery, OPUS)^[1]; 经脐入路内镜手术 (transumbilical endoscopic surgery, TUES)^[2]; 因脐部是胚胎时期的自然腔道, 有人称其为胚胎时期经自然腔道经脐入路内镜手术 (embryonic natural orifice transumbilical endoscopic surgery, E-NOTES)^[3] 或经自然腔道经脐入路手术 (natural orifice transumbilical surgery, NOTUS)^[4]。其他命名有: 单一腹腔镜孔道手术 (single laparoscopic port procedure, SLAPP)^[5], 单孔腹腔镜手术 (single-port laparoscopic surgery, SPLS)^[6], 单孔腹腔镜 (single-port laparoscopy, SPL)^[7], 单切口腹腔镜手术 [single laparoscopic incision transabdominal (SLIT) surgery]^[8]。近期的一次专题讨论会提议称其为腹腔镜内镜单一切口手术 [laparoendoscopic single-site (LESS) surgery]^[9]。

虽然名称众多, 但是都不能确切涵盖单孔腹腔镜手术的所有特点, 我们期待一个更确切名称的出现。

3 单孔腹腔镜手术在临床各专业的应用进展

单孔腹腔镜手术已在临床各专业有了初步应用。由于操作器械近乎平行入腹腔, 使得牵拉和显露较困难, 器械的拥挤和腹内脏器的粘连都增加了手术难度。尽管绝大多数手术成功完成, 但手术时间相对较长。各种穿刺器械的研发, 单孔腹腔镜操作器械的应用, 给单孔腹腔镜手术操作提供了便利。随着手术经验的积累, 单孔腹腔镜手术应用范围已越来越广, 手术时间也在逐步缩短。单管多通道套管的设计和开发及腹腔镜操作器械的研发是单孔腹腔镜的焦点和技术瓶颈, 同时需要一个较长的学习时间来磨合术者和助手的配合。单孔腹腔镜手术尚处于探索阶段, 现将其在各专业的应用加以介绍。

3.1 妇科

与常规腹腔镜手术相同, 最早的单孔腹腔镜手术也是在妇科实施的。1969 年 Wheeless^[10] 最先报道了经脐腹腔镜输卵管结扎术, 而后又实施 3600 多例^[11], 取得了令人满意的美容效果。2009 年 Lee 等^[12] 实施了 24 例单孔腹腔镜辅助经阴道子宫切除术, 21 例成功完成, 并研究了单孔腹腔镜的学习曲线, 认为实施 10 例即可熟练掌握单孔腹腔镜辅助经阴道子宫切除术技巧。2009 年 Fader 等^[13] 实施 13 例妇科单孔腹腔镜手术, 包括子宫双附件切除术, 肿瘤细胞减灭术, 输卵管卵巢切除术等。近来也有单孔腹腔镜卵巢囊肿剥除术的报道^[14]。我国妇科单孔腹腔镜报道较少。目前, 仅高树生等^[15] 报道 15 例经脐单孔腹腔镜卵巢囊肿剥除术。

3.2 普通外科

1992 年 Pelosi 等^[16] 报道 25 例单孔应用微型腹腔镜行阑尾切除术, 将阑尾拉出体外行阑尾切除术。1997 年 Navarra 等^[17] 最早报道 30 例经脐单孔胆囊切除术。于脐部应用 2 个 10 mm trocar, 置 3 根缝线于腹壁帮助牵拉胆囊, 其中 8 例术中同时成功完成胆道造影。虽然手术成功完成, 但是因缝线牵引胆

* 通讯作者, E-mail: gongke6688@yahoo.com

囊于固定部位,不便调节牵引部位,操作较困难。伴随单孔腹腔镜器械的应用,手术经验的积累,已有人做了单孔腹腔镜手术与常规腹腔镜手术的初步对比。Hernandez 等^[18]成功实施了 100 例单孔腹腔镜胆囊切除术,与常规腹腔镜胆囊切除术相比,2 组术中出血量、手术时间、住院时间、并发症情况无统计学差异,单孔腹腔镜美容效果更好。

超声刀和吻合器的应用扩大了单孔腹腔镜的应用范围。近来有一系列报道应用超声刀和吻合器实施单孔腹腔镜手术。2008 年 Bucher 等^[19]报道 1 例经脐单孔腹腔镜右半结肠切除术,手术切缘(>10 cm)及淋巴结数目(33 枚)都符合手术标准。随后, Rieger 等^[20]报道 7 例单孔腹腔镜结肠切除术,2009 年 Barbaros^[21]首次报道 2 例单孔腹腔镜脾切除术。

2009 年 Rahman 等^[22]报道第 1 例单孔腹腔镜经腹膜前补片植入术。随后 Agrawal 等^[23]成功实施 16 例单孔腹腔镜完全腹膜外补片植入术,仅 2 例发生轻度切口感染,后未经特殊处理已自行愈合,1 例出现短暂的睾丸痛。

单孔腹腔镜手术在我国已开展,其专用穿刺器械价格昂贵,我国目前还不能广泛应用。采用自制套管实施手术,可减少器械间的相互干扰,操作较灵活,经济上也能被更多患者所接受,为此项技术的开展提供了有利条件。2008 年朱江帆等^[24]应用三通道 trocar、软性器械首次成功开展了经脐腹腔镜手术。随后,张忠涛等^[25]应用三通道防漏气装置成功实施了我国第 1 例单孔腹腔镜胆囊切除术。马颖璋等^[26]成功完成了单孔腹腔镜脾切除的动物实验研究。随着手术经验的积累,2009 年我国已有 40 例^[27]和 30 例^[28]的单孔腹腔镜胆囊切除术的报道,手术时间在逐渐缩短。

3.3 泌尿外科

2008 年 Kaouk 等^[29]报道 4 例单孔腹腔镜前列腺切除术。同年, Raman 等^[30]对 33 例单孔及多孔腹腔镜肾切除术做了回顾性分析,比较了 2 组手术时间、术后血红蛋白变化情况、肿瘤大小、住院时间、镇痛药使用情况,结果显示 2 组无统计学差异。在出血量方面单孔组少于多孔组,2 组有统计学差异。随着肾切除术手术技术的完善,2008 年 Canes 等^[31]实施了 18 例活体供肾切除术,其中 1 例因显露困难中转为常规腹腔镜手术。与常规腹腔镜活体供肾切除术相比,虽然 2 组手术时间、出血量、住院时间无统计学差异,但单孔腹腔镜组术后恢复较快。

2009 年继 Cindolo 等^[32]报道 1 例单孔腹腔镜肾上腺切除术,White 等^[33]报道了 100 例单孔泌尿外科手术。虽然总例数不少,但各个病种的例数不多,需要大宗病例的统计来深化单孔腹腔镜手术的研究。

2009 年张旭等^[34]首先应用三通道 trocar 成功实施 2 例经脐单孔腹腔镜肾切除术,而后又报道了 5 例单孔后腹腔镜肾上腺肿物切除术^[35],开创了我国泌尿外科单孔腹腔镜手术的先河,初步证实了应

用自制套管行单孔腹腔镜手术的可行性、安全性。但单孔腹腔镜手术的临床疗效还需要大样本的随机对照研究。

3.4 减重外科

肥胖曾经是阻碍单孔腹腔镜应用的因素,随着手术经验的积累,新器械的研发,超声刀和吻合器的应用,近来减重手术亦有应用单孔腹腔镜的报道。2008 年 Teixeira 等^[36]和 Saber 等^[37]分别成功实施了 10 例和 5 例经脐单孔腹腔镜胃束带术。Saber 等^[38]报道 7 例单孔腹腔镜胃袖状切除术,其中 2 例术中同时完成粘连松解,1 例术中同时完成脐疝修补。肥胖不再是单孔腹腔镜手术的绝对禁忌证,单孔腹腔镜手术的临床应用已经越来越广。

4 单孔腹腔镜手术的器械设备

单孔腹腔镜手术的出现促进了器械设备的研发,器械设备的改进又推动了手术的发展与普及。到目前为止,文献中描述的已用于临床的单孔器械除了尖端可弯曲的 5 mm 腹腔镜、抓钳、持针器、剪刀等,为维持气腹压力而设计的特殊器械有如下几种。

4.1 用于穿刺部位的器械

TriPort 也称 R-Port (Advanced Surgical Concepts, Wicklow, Ireland) (图 1):呈盘状,切口长度 15~20 mm,可容纳 2 个 5 mm 及 1 个 12 mm 器械孔道,通过内外环固定于腹壁,目前仅限于脐部入路,用于防漏气的活瓣部分由热塑弹性体制成。目前,已应用于经脐单孔腹腔镜胆囊切除术^[39]、阑尾切除术、胃造瘘术、脾切除术^[40]、完全经腹膜外补片植入术^[23]、前列腺切除术^[41]、肾上腺切除术^[32]、睾丸固定术、睾丸切除术、输尿管切开取石术、肾切除术^[1]、肾盂成形术^[42]等。其优势在于:在不影响气腹的前提下,从不同孔道入多种不同规格器械;操作简单,移除方便;同时可以根据腹壁厚度,随意调节其长度。不足之处:在筋膜缺乏部位实施困难。目前尚未见到应用 TriPort 器械和常规腹腔镜器械的对比性研究结果。

Uni-X (Pnavel Systems, Morganville, NJ, USA) (图 2):呈倒锥漏斗形,有 3 个器械通路,可插入 5 mm 器械。橡胶活瓣可防止气体漏出。Uni-X 通过缝合于筋膜层而固定,脐部切口长度 15~35 mm。已应用于经脐单孔腹腔镜肾活体供肾术、根治性肾切除术^[43]、精索静脉高位结扎术^[44]、右半结肠切除术^[45]、乙状结肠切除术^[46]、胃袖状切除术^[47]等。

Gelpert (图 3,4):呈盘状,由内外环组成,切口 10~25 mm, Gelpert 下的数层抗菌防水防护膜可防止气体漏出,能够插入 3~5 个器械,避免了因器械少显露困难而行的缝线悬吊。已用于单孔腹腔镜妇科手术^[13](如子宫双附件切除术,肿瘤细胞减灭术等)、右半结肠切除术^[48]、前列腺切除术^[49]及根治性肾切除术及肾输尿管切除术^[50]等。

AirSeal (SurgiQuest, Orange, CT, USA) (图 5,6):目前经过 FDA 批准的规格仅为 12 mm,能使操作

图 1 TriPort 术中应用 图 2 Uni-X 外观 图 3 Gelport 外观 图 4 应用 Gelport 操作示意图
图 5 AirSeal 维持气腹压模式图 图 6 应用 AirSeal 操作示意图

器械和穿刺器紧密贴合,密封效果好,有效维持气腹压,改善了由于常规器械接口不紧密,气腹压欠稳定的情况。目前,单孔腹腔镜手术临床上还未见应用报道,已成功应用于乙状结肠切除术的动物实验^[51]。

4.2 用于手术操作的器械

目前,已有许多用于手术操作的器械,如 Covidien 公司生产的一套可旋转的器械,包括:分离钳、抓钳、剪刀。所有器械柄的远端都可以行 $0^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 旋转。而 Novare 公司生产的 RealHand 系列手术器械具有多个关节,使操作更为灵活。

5 目前开展单孔腹腔镜手术存在的困难

单孔腹腔镜手术的手术步骤与常规腹腔镜手术基本一致,但在单孔条件下,腹腔镜和各种器械几乎平行进入腹腔,从而造成了一系列操作上的困难。因孔道单一,器械和光源近乎同轴,在一定程度上会影响术者对深度和距离的判断,特别是在使用常规腹腔镜器械时,器械本身会遮挡器械尖端,造成操作精度下降。

由于腹腔镜医师习惯于三角形的操作空间,便于牵拉和显露。而单孔腹腔镜手术操作时,器械经单孔进入腹腔,因器械置入部位集中,难以形成操作三角,不利于器官的牵拉,较难形成良好的显露。故术者须学会从近乎于同轴角度操作器械实施手术,增加了手术难度,从而使单孔腹腔镜手术技术要求较高,学习曲线相对较长,对实施单孔腹腔镜手术医师培训时间相对延长。

与常规腹腔镜手术相比,单孔腹腔镜手术专用器械价格昂贵,实施手术所需费用较高。

经过了多年的发展,单孔腹腔镜手术在各个领域已有了一定的应用,但仍有一些手术因操作困难尚未涉及,如肝脏、胰腺、甲状腺手术等。单孔腹腔镜手术的提出及应用,是对传统医学的挑战,在各学

科的临床应用还有待进一步研究,其与常规腹腔镜手术的对比还需要多学科大宗病例的统计。

6 单孔腹腔镜手术的未来

单孔腹腔镜手术是腹腔镜不断向微创方向发展的产物,也是现阶段最具可行性的“*No scar*”技术,虽然其尚处于探索阶段,但具有潜在的优势:多采用脐部切口,隐藏或减小瘢痕,美容效果极佳,术后疼痛轻。现阶段单孔腹腔镜手术以其完美的美容效果,已得到很多患者的认可,术后疼痛轻也得到了医生和患者的共同赞赏,具有广阔的应用前景。目前,实施单孔腹腔镜手术虽然有一定困难,亦有很多手术禁忌证,但随着器械设备的发展,手术经验的积累,操作水平的进步,现今的一些单孔腹腔镜手术的禁忌证将有可能成为适应证,单孔腹腔镜手术的应用在造福于人类的目标下将会占有一席之地。

参考文献

- 1 Rane A, Rao P, Rao P. Single-port-access nephrectomy and other laparoscopic urologic procedures using a novel laparoscopic port (R-port). *Urology*, 2008, 72: 260 - 263.
- 2 Zhu JF. Scarless endoscopic surgery: NOTES or TUES. *Surg Endosc*, 2007, 21: 1898 - 1899.
- 3 Gill IS, Canes D, Aron M, et al. Single-port transumbilical (E-NOTES) donor nephrectomy. *J Urol*, 2008, 180: 637 - 641.
- 4 Nguyen NT, Reavis KM, Hinojosa MW, et al. Laparoscopic transumbilical cholecystectomy without visible abdominal scars. *J Gastrointest Surg*, 2009, 13(6): 1125 - 1128.
- 5 Rao P, Rao S, Rane A, et al. Evaluation of the R-port for single laparoscopic port procedures (SLAPP): a study of 20 cases. *Surg Endosc*, 2008, 22 (Suppl 1): S279.
- 6 Remzi FH, Kirat HT, Kaouk JH, et al. Single-port laparoscopy in colorectal surgery. *Colorectal Dis*, 2008, 10(8): 823 - 826.
- 7 Kaouk JH, Goel RK, Haber GP, et al. Single-port laparoscopic radical prostatectomy. *Urology*, 2008, 72(6): 1190 - 1193.
- 8 Nguyen NT, Hinojosa MW, Smith BR, et al. Single laparoscopic incision transabdominal (SLIT) surgery-adjustable gastric banding:

- a novel minimally invasive surgical approach. *Obes Surg*, 2008, 18 (12): 1628 – 1631.
- 9 Gumbs AA, Milone L, Sinha P, et al. Totally transumbilical laparoscopic cholecystectomy. *J Gastrointest Surg*, 2009, 13(3): 533 – 534.
- 10 Wheelless CR. A rapid, inexpensive, and effective method of surgical sterilization by laparoscopy. *J Reprod Med*, 1969, 3(5): 65 – 69.
- 11 Wheelless CR, Thompson BH. Laparoscopic sterilization: review of 3, 600 cases. *Obstet Gynecol*, 1973, 42: 303 – 306.
- 12 Lee YY, Kim TJ, Kim CJ, et al. Single-port access laparoscopic-assisted vaginal hysterectomy: a novel method with a wound retractor and a glove. *J Minim Invasive Gynecol*, 2009, 16(4): 450 – 453.
- 13 Fader AN, Escobar PF. Laparoendoscopic single-site surgery (LESS) in gynecologic oncology: technique and initial report. *Gynecol Oncol*, 2009, 114(2): 157 – 161.
- 14 Fagotti A, Fanfani F, Marocco F, et al. Laparoendoscopic single-site surgery (LESS) for ovarian cyst enucleation: report of first 3 cases. *Fertil Steril*, 2009, 92(3): 1168.e13 – 1168.e16.
- 15 高树生, 罗岳西, 伍燕, 等. 经脐单孔腹腔镜卵巢囊肿剥除术. *现代妇产科进展*, 2009, 18(5): 396 – 397.
- 16 Pelosi MA, Pelosi MA III. Laparoscopic appendectomy using a single umbilical puncture (minilaparoscopy). *J Reprod Med*, 1992, 37: 588 – 594.
- 17 Navarra G, Pozza E, Occhionorelli S, et al. One-wound laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg*, 1997, 84: 695.
- 18 Hernandez JM, Morton CA, Ross S. Laparoendoscopic single site cholecystectomy: the first 100 patients. *Am Surg*, 2009, 75(8): 681 – 685.
- 19 Bucher P, Pugin F, Morel P. Single-port-access laparoscopic right hemicolectomy. *Int J Colorectal Dis*, 2008, 23: 1013 – 1016.
- 20 Rieger NA, Lam FF. Single-incision laparoscopically assisted colectomy using standard laparoscopic instrumentation. *Surg Endosc*, 2009 Sep 16. Epub ahead of print.
- 21 Barbaros U, Dinççağ A. Single incision laparoscopic splenectomy: the first two cases. *J Gastrointest Surg*, 2009, 13(8): 1520 – 1523.
- 22 Rahman SH, John BJ. Single-incision laparoscopic trans-abdominal pre-peritoneal mesh hernia repair: a feasible approach. *Hernia*, 2009 Aug 26. Epub ahead of print.
- 23 Agrawal S, Shaw A, Soon Y. Single-port laparoscopic totally extraperitoneal inguinal hernia repair with the TriPort system: initial experience. *Surg Endosc*, 2009 Sep 3. Epub ahead of print.
- 24 朱江帆, 胡海, 马颖璋, 等. 经脐入路内镜手术的初步临床应用. *中国微创外科杂志*, 2008, 8(1): 75 – 77.
- 25 马颖璋, 朱江帆, 韩庆辉, 等. 经脐入路腹腔镜脾切除术的实验研究. *中国微创外科杂志*, 2009, 9(4): 366 – 368.
- 26 张忠涛, 韩威, 李建设, 等. 经脐单孔腹腔镜胆囊切除术 1 例报告. *腹腔镜外科杂志*, 2008, 13(4): 314.
- 27 赵强, 裴根仓, 李钰, 等. 经脐单孔腹腔镜胆囊切除术的应用. *腹腔镜外科杂志*, 2009, 14(8): 628 – 629.
- 28 张震波, 蔡立东, 杨立安, 等. 经脐入路腹腔镜无疤痕腹腔镜胆囊切除术. *腹腔镜外科杂志*, 2009, 14(8): 626 – 627.
- 29 Kaouk JH, Haber GP, Goel RK, et al. Single-port laparoscopic surgery in urology: initial experience. *Urology*, 2008, 71: 3 – 6.
- 30 Raman JD, Bagrodia A, Cadeddu JA. Single-incision umbilical laparoscopic versus conventional laparoscopic nephrectomy: a comparison of perioperative outcomes and short-term measures of convalescence. *Eur Urol*, 2009, 55(5): 1198 – 1206.
- 31 Canes D, Berger A, Aron M. Laparo-endoscopic single site (LESS) versus standard laparoscopic left donor nephrectomy: Matched-pair comparison. *Eur Urol*, 2010, 57(1): 95 – 101.
- 32 Cindolo L, Gidaro S, Tamburro FR, et al. Laparo-endoscopic single-site left transperitoneal adrenalectomy. *Eur Urol*, 2009 Jul 10. [Epub ahead of print].
- 33 White WM, Haber GP, Goel RK. Single-port urological surgery: Single-center experience with the first 100 cases. *Urology*, 2009, 74(4): 801 – 804.
- 34 张旭, 马鑫, 李宏召, 等. 单孔后腹腔镜解剖性肾上腺切除术 5 例报告. *临床泌尿外科杂志*, 2009, 24(9): 647 – 650.
- 35 张旭, 马鑫, 朱捷, 等. 经脐单孔腹腔镜肾切除术 2 例报告. *临床泌尿外科杂志*, 2009, 24(8): 568 – 571.
- 36 Teixeira J, McGill K, Binenbaum S, et al. Laparoscopic single-site surgery for placement of an adjustable gastric band: initial experience. *Surg Endosc*, 2009, 23(6): 1409 – 1414.
- 37 Saber AA, El-Ghazaly TH. Early experience with single incision transumbilical laparoscopic adjustable gastric banding using the SILS Port(TM). *Int J Surg*, 2009, 7(5): 456 – 459.
- 38 Saber AA, El-Ghazaly TH, Elian A. Single-incision transumbilical laparoscopic sleeve gastrectomy. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2009, 19(6): 755 – 759.
- 39 Romanelli JR, Mark L, Omotosho PA. Single port laparoscopic cholecystectomy with the TriPort system: a case report. *Surg Innov*, 2008, 15(3): 223 – 228.
- 40 Ponsky TA, Diluciano J, Chwals W, et al. Early experience with single-port laparoscopic surgery in children. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2009, 19(4): 551 – 553.
- 41 Desai MM, Aron M, Canes D, et al. Single-port transvesical simple prostatectomy: initial clinical report. *Urology*, 2008, 72(5): 960 – 965.
- 42 Desai MM, Rao PP, Aron M, et al. Scarless single-port transumbilical nephrectomy and pyeloplasty: first clinical report. *BJU Int*, 2008, 101(1): 83 – 88.
- 43 Kaouk JH, Haber GP, Goel RK, et al. Single-port laparoscopic surgery in urology: initial experience. *Urology*, 2008, 71(1): 3 – 6.
- 44 Kaouk JH, Palmer JS. Single-port laparoscopic surgery: initial experience in children for varicocele. *BJU Int*, 2008, 102(1): 97 – 99.
- 45 Remzi FH, Kirat HT, Kaouk JH, et al. Single-port laparoscopy in colorectal surgery. *Colorectal Dis*, 2008, 10(8): 823 – 826.
- 46 Leroy J, Cahill RA, Asakuma M, et al. Single-access laparoscopic sigmoidectomy as definitive surgical management of prior diverticulitis in a human patient. *Arch Surg*, 2009, 144(2): 173 – 179.
- 47 Saber AA, Elgamal MH, Itawi EA, et al. Single-incision laparoscopic sleeve gastrectomy (SILS): a novel technique. *Obes Surg*, 2008, 18(10): 1338 – 1342.
- 48 Merchant AM, Lin E. Single-incision laparoscopic right hemicolectomy for a colon mass. *Dis Colon Rectum*, 2009, 52(5): 1021 – 1024.
- 49 Merchant AM, Cook MW, White BC, et al. Transumbilical gelport access technique for performing single-incision laparoscopic Surgery (SILS). *J Gastrointest Surg*, 2009, 13(1): 159 – 162.
- 50 Ponsky LE, Steinway ML, Lengu IJ, et al. A Pfannenstiel single-site nephrectomy and nephroureterectomy: a practical application of laparoendoscopic single-site surgery. *Urology*, 2009, 74(3): 482 – 485.
- 51 Leroy J, Cahill RA, Peretta S, et al. Single port sigmoidectomy in an experimental model with survival. *Surg Innov*, 2008, 15(4): 260 – 265.

(收稿日期: 2009 – 10 – 09)

(修回日期: 2009 – 11 – 25)

(责任编辑: 李贺琼)