

综述

颈后路保留肌肉韧带复合体椎管扩大成形术的研究进展

Research progress of cervical posterior element-preserving expansive laminoplasty

余翔, 姜亮, 刘忠军

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.09.14

中图分类号: R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2017)-09-0842-04

颈后路椎管扩大成形术 (expansive laminoplasty) 是治疗多节段脊髓型颈椎病 (multilevel cervical spondylotic myelopathy, MCSM) 的重要方法之一^[1]。在传统的单开门和双开门椎管扩大成形术中, 需切断棘突上附着的颈后肌肉和韧带, 损害了肌肉韧带复合体^[2], 容易导致术后颈后活动度减少、颈椎节段性不稳、颈部肌肉萎缩, 表现为术后出现轴性症状 (颈痛、僵硬等)^[3-4]。越来越多的研究者开始着眼于对传统术式的改进^[5-10], 而如何保留肌肉韧带复合体、减少轴性症状是研究的热点。国内外研究者已改良出多种保留肌肉韧带复合体的术式, 但尚未达成共识。笔者对各类保留肌肉韧带复合体的椎管扩大成形术进行分类和综述。

1 颈椎肌肉韧带复合体解剖

颈椎肌肉韧带复合体是由棘突、棘上韧带、棘间韧带和黄韧带组成的韧带复合体及颈后伸肌共同组成, 韧带主要发挥静态稳定作用, 而颈后肌肉发挥动态稳定作用。1988 年, Nolan 等^[11]通过人类尸体解剖提出颈后伸肌是维持颈椎动态平衡的重要结构。1991 年, Miyamoto 等^[12]通过小鼠模型首次提出韧带复合体的概念, 认为韧带复合体在预防后凸畸形和维持颈椎稳定方面有重要作用。2012 年, Kode 等^[13]用 5 具人类尸体标本, 比较了椎管扩大成形术 (C5-6 组和 C3-6 组) 与椎板切除术标本的活动度, 发现椎板切除组在屈伸、旋转等方面的活动度都明显增加, 而椎板成形组无明显变化。

C2、C7 棘突为颈后肌肉韧带的主要附着点: 附着于 C2 棘突的肌肉包括头后大直肌、头下斜肌、颈半棘肌 (semispinalis cervicis, SSC)、多裂肌及棘间肌等, 而项韧带、斜方肌、小菱形肌、后上锯肌、头夹肌等均附着于 C7 棘突。2016 年, Healy 等^[2]对尸体标本进行生物力学研究, 发现切断 C2/3 和 C7/T1 的肌肉韧带后, 颈椎活动度明显增加, 类似于椎板切除术, 认为保留 C2/3 和 C7/T1 的肌肉

韧带更为重要。

此外, 棘间韧带和棘上韧带中富含神经纤维。1995 年 Jiang 等^[14]进行了组织学研究, 发现这些神经通过反馈作用在维持颈椎稳定性方面发挥着重要作用。

2 保留肌肉韧带复合体术式 (posterior element-preserving laminoplasty) 的种类

1984 年, Oshima 首先尝试了保留颈后方韧带复合体 (棘上韧带、棘间韧带及颈椎棘突) 的单开门椎管扩大成形术^[15]。随着研究的深入, 学者们提出应该尽量保留 C2 与 C7 棘突及其肌肉附着, 并逐渐出现了保留单侧肌肉韧带复合体、保留双侧肌肉韧带复合体、内固定固定门轴 (如 centerpiece) 等多种基于传统椎管扩大成形术的改良术式。

2.1 保留 C2 棘突及其肌肉附着

在传统椎管扩大成形术中, 为了暴露 C3 椎板头端, 常需要将附着于 C2 上的肌肉切断 (如 SSC), 术毕再将肌肉止点重新缝合。为保留 C2 肌肉附着, 2007 年 Takeuchi 等^[16]在双开门椎管扩大成形术中切除了 C3 椎板, 发现与传统方法相比, 改良术式的术后颈椎活动度下降较小、顺列相仿。

2016 年 Lee 等^[17]发现, 在传统椎管扩大成形术中, C3 开门之后, 其椎板与 C2 椎板距离变小, C2-4 易发生椎板间融合 (术后 3 年随访时发生率为 42.2%); 而 C3 椎板切除组未见局部融合, 且颈椎活动度下降小。2017 年 Lee 等^[18]发现, C3 单节段椎板切除者术后的 C2-3 自发融合更少、颈部疼痛发生率更低、颈椎活动度保留更大。2016 年 Michael 等^[19]对 65 例颈椎病患者进行了 5 年以上随访, 发现椎管扩大成形术后颈椎前凸平均下降了 7°, 从 C3 开始行椎板成形者下降 9°, 而从 C4 开始者仅下降 3°。

2.2 保留 C7 棘突及其肌肉附着

2006 年 Hosono 等^[20]发现保留 C7 的棘突可明显减轻轴性症状, 椎管扩大成形术 C3-6 组与 C3-7 组术后轴性症状发生率分别为 5.4% 和 29%。2013 年, Umeda 等^[21]采用 C4-C6 椎板成形、C3 椎板部分切除或全切、C7 椎板穹窿减压 (dome decompression 或 arcocristectomy) 的单开门术式, 同时保留附着于 C2、C7 的肌肉和项韧带, 与既往传统的椎管扩大成形术研究报道相比, 在取得相同神经功能改

基金项目: 北京市科学技术委员会资助项目 (编号: Z171100001017090)

第一作者简介: 男 (1991-), 博士研究生, 研究方向: 脊柱外科

电话: (010) 82267011 E-mail: xiangy@bjmu.edu.cn

通讯作者: 姜亮 E-mail: jiangliang@bjmu.edu.cn

善(JOA 评分)的基础上,减少了术后轴性症状的发生(由术前的 28%降至 7.5%),保留了颈椎活动度(术后 2 年 86%的患者颈椎活动度恢复至术前水平),肌肉的萎缩也得到避免(术前与术后 2 年颈后肌肉横截面积的差异无统计学意义)。2010 年,Cho 等^[22]着重探究了保留 C7 棘突肌肉附着点的意义,通过 2 年随访,发现不保留 C7 棘突肌肉附着点组术后早期轴性症状发生率是保留组的 2 倍,且在长期的随访中保留组出现轴性症状加重者更少。2015 年, Duetzmann 等^[9]在研究综述中提出,保留 C7 棘突肌肉附着点组在术后 5 年随访时轴性症状发生率仅为 3%,远低于早期研究中只保留韧带术式的 70%。2016 年 Tümtürk 等^[23]采用保留 C2、C7 肌肉韧带附着的椎管扩大成形术,行 C7 潜行减压,在随访中发现此方法能有效减轻术后轴性症状、防止顺列不良。

上述大部分研究中,保留 C7 棘突肌肉附着的同时也保留了 C2 棘突肌肉附着,因此难以单独说明保留 C7 棘突肌肉附着的意义。

2.3 保留一侧肌肉韧带复合体

此类术式一般同时保留 C2 及 C7 棘突肌肉附着^[6,9],在改善神经功能(JOA 评分)、维持颈椎顺列和活动度等方面都取得了令人满意的结果。

2002 年 Tani 等^[24]首先使用此术式治疗了 30 例脊髓型颈椎病患者,平均随访 18 个月,发现颈椎活动度仅降低 7°。2014 年 Sakaura 等^[10]报告了类似术式治疗的 20 例脊髓型颈椎病患者 8~10 年的长期随访,末次随访时均无轴性症状,颈椎曲度也由术前 13.8°提高至 19.2°。Sakaura 等^[25]认为,保留肌肉韧带复合体的重点可能在于 C2、C7 棘突的肌肉附着;他们发现如保留 C2、C7 棘突及其肌肉附着时,是否保留门轴侧 C3-6 的肌肉附着,在术后轴性症状、影像学变化等方面并没有差异。2011 年于森等^[26]比较了保留组(保留一侧肌肉韧带复合体,术毕使用钛缆固定)与锚定组(侧块螺钉固定开门),通过 1 年的随访发现,保留组在术后 3 个月、1 年的颈部 VAS 评分和活动度均优于锚定组($P<0.05$)。

2.4 双开门保留肌肉韧带复合体

相较于单开门椎管扩大成形术,双开门有着肌肉对称、术后颈后受力均匀的优势。2002 年 Shiraishi 提出此术式^[27]。2007 年, Kim 等^[28]采用此术式治疗了 47 例脊髓型颈椎病患者,术后 1 年随访显示颈后肌肉横截面积均在术前 90%以上,仅 2.63%出现轴性症状;他们认为此术式能保留肌肉容积,并减轻术后颈肩部疼痛。2015 年, Wang 等^[29]报告在此基础上保留 C2 棘突的肌肉止点,术后 1 年随访时 20.45%出现轴性症状,而传统椎管扩大成形术组为 39.06%。

2.5 其他保留肌肉韧带复合体的少见术式

2.5.1 减少减压节段 此类手术因为手术范围缩小,达到了减小软组织创伤的目的。2002 年 Shiraishi^[30]使用颈后路椎板间减压(interlaminar decompression)治疗 18 例颈椎病

患者,术中选择性切除黄韧带,患者神经功能均得到恢复,疼痛减轻,且未产生新的术后轴性症状。2003 年 Shiraishi 等^[31]比较了跳跃性椎板切除术(skip laminectomy, 43 例)与传统椎管扩大成形术(50 例),术后 2 年随访发现,跳跃切除组仅有 2%出现轴性症状,术后颈椎活动度为术前的 98%,肌肉萎缩率仅有 13%;而传统椎板成形组分别为 66%、61%和 59.9%。但 2017 年 Chang 等^[32]比较了选择性椎板切除(平均 2.04 个节段)和单开门椎管扩大成形术(平均 4.06 个节段)在治疗 MCSM 中的差异,发现仅在手术时间和出血量上选择性椎板切除术有优势,在神经症状缓解和疼痛评分方面,二者并无差异。

2.5.2 保留韧带 1991 年 Tsuzuki 等^[33]开始尝试整体保留韧带的术式,保留棘上韧带、斜方肌、菱形肌与棘突的连接,在韧带的两侧分别切断肌肉,暴露椎板,最后将肌肉缝回。2011 年,同研究团队的 Motosuneya 等^[34]报告了在 75 例脊髓型颈椎病或后纵韧带骨化患者中进行整体保留韧带术式超过 10 年的随访结果,发现术后轴性症状发生率为 25.3%,但对于后纵韧带骨化症欠佳。此术式开展较早,对缓解轴性症状的效果也有限。

2.5.3 保留深部肌肉 2012 年, Kotani 等^[35]采用仅保留多裂肌及半棘肌的双开门术式治疗脊髓型颈椎病,纵向劈开棘突后,将棘突在根部切下,保留深部肌肉同棘突根部的附着,然后采用传统双开门术式行椎板成形,“开门”后再将棘突缝回,术后随访 7 年,发现此术式术后轴性症状 VAS 为 2.2 分,显著低于传统组的 4.3 分;颈部肌肉横截面积为术前的 102%,远高于传统组的 52%。

2.5.4 切除 C3 椎板 2017 年 Lee 等^[36]认为,“开门”后椎板断端间的相互侵扰也是术后轴性疼痛和活动度降低的重要原因,他们在传统椎管扩大成形术的基础上进行椎板楔形切除,以减少椎板间的侵扰和自发融合,通过 2 年的随访发现,相比于传统椎管扩大成形术,改良后的术式能明显减轻术后颈部疼痛程度、维持颈椎活动度。

2.5.5 内窥镜下椎板成形 2016 年 Zhang 等^[37]采用内窥镜辅助进行椎管扩大成形术,离断双侧椎板,放置钛板固定,扩大椎管,减少了对肌肉韧带的损伤,术后随访 1 年,轴性疼痛由 4.3 分降至 2.3 分。但此术式对内窥镜操作要求较高。

3 降低轴性症状的其他术式

为降低轴性症状,除保留肌肉韧带复合体术式外,研究者们也探索着其他方式。以往椎管成形术是使用丝线固定于关节囊或肌肉,术后制动时间较长,这可能导致肌肉萎缩、颈部僵硬,是产生术后轴性症状的原因之一。

3.1 颈椎微型钛板固定(如 centerpiece)

最早是美国学者提出使用钛板进行门轴固定,可降低再关门与门轴塌陷几率。因术后能早期活动,可避免肌肉萎缩,从而减轻轴性症状。

2012 年, Chen 等^[38]在同一保留肌肉韧带复合体术式

的基础上,比较了钛板和丝线固定的区别,随访 2 年发现钛板组术后轴性症状发生率为 3/29,显著低于丝线组的 9/25,同时在保留颈椎曲度和活动度方面更有优势。2015 年,Cheng 等^[39]在行 C3-7 传统单开门、C2 肌肉止点缝回的基础上进行钛板支撑开门侧,获得类似的满意疗效。

相比于丝线固定,内固定门轴固定能保留活动度,但内固定手术时间更长,出血量更大,提示手术创伤更大,内固定还存在小关节侵蚀的风险,骨质疏松患者存在骨折风险,且费用较高。

3.2 椎板切除内固定术

椎板切除内固定术可有效防止单纯椎板切除术带来的后凸畸形和不稳,内固定可支持患者早期活动,有利于预防轴性症状。但 Lee 等^[40]和 Liu 等^[41]通过 Meta 分析认为,椎板切除内固定术和椎管扩大成形术后轴性症状的发生率没有区别。2016 年 Chen 等^[42]发现在行侧块螺钉固定时,螺钉穿入小关节会明显增加轴性症状的疼痛评分和 NDI 评分,并且受影响的关节越多,症状越重。

4 问题与展望

尽管很多研究者采用保留肌肉韧带复合体的术式,取得了优于传统椎管扩大成形术的临床疗效,也有研究者持有不同的观点。Kawatari 等^[43]通过 1 年的随访发现,是否保留 C7 棘突的肌肉附着在轴性疼痛、颈后肌肉萎缩方面并没有差异。2013 年, Riew 等^[44]在系统性综述中提出,虽然在保留 C2、C7 肌肉韧带复合体方面存在争议,但有足够的证据表明,保留肌肉韧带复合体几乎不存在副作用,在不影响神经减压的情况下应当尽可能保留。另外,因颈后结构复杂,不同肌肉、韧带起止于不同节段,且保留肌肉韧带复合体的手术方式多种多样,原则上在充分解除脊髓压迫的基础上,尽可能少地损伤颈后肌肉韧带,以达到减轻术后轴性症状、维持颈椎曲度和活动度、减缓颈后肌群萎缩、提高生活质量方面的目的。

总之,保留肌肉韧带复合体术式已成为后路椎管扩大成形术的发展趋势^[5],目前比较能得到大家公认的应当为尽量保留 C2、C7 棘突及其肌肉附着,保留 C3-C6 的肌肉附着是否有意义、是否采用内固定进行门轴固定仍存在争议。保留肌肉韧带复合体后路手术尚需开展更多前瞻性研究。

5 参考文献

- Li XM, Jiang L, Liu ZJ, et al. Different approaches for treating multilevel cervical spondylotic myelopathy: a retrospective study of 153 cases from a single spinal center [J]. PLoS One, 2015, 10(10): e0140031.
- Healy AT, Lubelski D, West JL, et al. Biomechanics of open-door laminoplasty with and without preservation of posterior structures[J]. J Neurosurg Spine, 2016, 24(5): 746-751.
- 孙宇. 关于轴性症状[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2008, 18(4): 289.

- Hosono N, Yonenobu K, Ono K. Neck and shoulder pain after laminoplasty: a noticeable complication[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1996, 21(17): 1969-1973.
- Duetzmann S, Cole T, Ratliff JK. Cervical laminoplasty developments and trends, 2003-2013: a systematic review [J]. J Neurosurg Spine, 2015, 23(1): 24-34.
- Yeh KT, Chen IH, Yu TC, et al. Modified expansive open-door laminoplasty technique improved postoperative neck pain and cervical range of motion[J]. J Formos Med Assoc, 2015, 114(12): 1225-1232.
- Yuan W, Zhu Y, Liu X, et al. Laminoplasty versus skip laminectomy for the treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy: a systematic review[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2014, 134(1): 1-7.
- Shiraishi T, Kato M, Yato Y, et al. New techniques for exposure of posterior cervical spine through intermuscular planes and their surgical application[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2012, 37(5): E286-296.
- Park JH, Jeong EK, Lee MK, et al. A unilateral open door laminoplasty technique: prospective analysis of the relationship between midline extensor muscle preservation and postoperative neck pain[J]. J Clin Neurosci, 2015, 22(2): 308-314.
- Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, et al. C3-6 laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy maintains satisfactory long-term surgical outcomes[J]. Global Spine J, 2014, 4(3): 169-174.
- Nolan JP, Sherk HH. Biomechanical evaluation of the extensor musculature of the cervical spine[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1988, 13(1): 9-11.
- Miyamoto S, Yonenobu K, Ono K. Experimental cervical spondylosis in the mouse[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1991, 16 (10 Suppl): S495-500.
- Kode S, Gandhi AA, Fredericks DC, et al. Effect of multilevel open-door laminoplasty and laminectomy on flexibility of the cervical spine: an experimental investigation[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2012, 37(19): E1165-1170.
- Jiang H, Russell G, Raso VJ, et al. The nature and distribution of the innervation of human supraspinal and interspinal ligaments[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1995, 20(8): 869-876.
- 大岛义彦, 佐藤浩, 林雅弘, 等. 脊柱管扩大术-片侧侵入、有茎棘突起形成片开法[J]. 脊柱脊髓, 1991, 4(7): 577-583.
- Takeuchi K, Yokoyama T, Ono A, et al. Cervical range of motion and alignment after laminoplasty preserving or reattaching the semispinalis cervicis inserted into axis [J]. J Spinal Disord Tech, 2007, 20(8): 571-576.
- Lee DH, Cho JH, Hwang CJ, et al. Can C3 laminectomy reduce interlaminar bony fusion and preserve the range of motion after cervical laminoplasty [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2016, 41(24): 1884-1890.
- Lee GW, Cho CW, Shin JH, et al. Which technique is bet-

- ter option for C3 segment in multi-level open-door laminoplasty of the cervical spine: laminectomy versus laminoplasty [J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2017, 42(14): E833-E840
19. Michael KW, Neustein TM, Rhee JM. Where should a laminoplasty start? the effect of the proximal level on post-laminoplasty loss of lordosis[J]. *Spine J*, 2016, 16(6): 737-741.
 20. Hosono N, Sakaura H, Mukai Y, et al. C3-6 laminoplasty takes over C3-7 laminoplasty with significantly lower incidence of axial neck pain [J]. *Eur Spine J*, 2006, 15 (9): 1375-1379.
 21. Umeda M, Sasai K, Kushida T, et al. A less-invasive cervical laminoplasty for spondylotic myelopathy that preserves the semispinalis cervicis muscles and nuchal ligament [J]. *J Neurosurg Spine*, 2013, 18(6): 545-552.
 22. Cho CB, Chough CK, Oh JY, et al. Axial neck pain after cervical laminoplasty[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2010, 47 (2): 107-111.
 23. Turturk A, Kucuk A, Menku A, et al. En bloc cervical laminoplasty with preserving posterior structure and arcocristectomy in cervical spondylotic myelopathy [J]. *Turk Neurosurg*, 2016, 27(5): 790-796.
 24. Tani S, Isoshima A, Nagashima Y, et al. Laminoplasty with preservation of posterior cervical elements: surgical technique [J]. *Neurosurgery*, 2002, 50(1): 97-101; discussion 101-102.
 25. Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, et al. Preservation of muscles attached to the C2 and C7 spinous processes rather than subaxial deep extensors reduces adverse effects after cervical laminoplasty[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2010, 35(16): E782-786.
 26. 于森, 孙宇, 刘忠军, 等. 保留单侧肌肉韧带复合体颈椎椎板成形术近期疗效的比较研究[J]. *中国微创外科杂志*, 2011, 11(1): 76-81.
 27. Shiraishi T. A new technique for exposure of the cervical spine laminae: technical note[J]. *J Neurosurg*, 2002, 96(1 Suppl): 122-126.
 28. Kim P, Murata H, Kurokawa R, et al. Myoarchitectonic spinolaminoplasty: efficacy in reconstituting the cervical musculature and preserving biomechanical function[J]. *J Neurosurg Spine*, 2007, 7(3): 293-304.
 29. Wang L, Wei F, Liu S, et al. Can modified Kurokawa's double-door laminoplasty reduce the incidence of axial symptoms at long-term follow-up? a prospective study of 152 patients with cervical spondylotic myelopathy[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2015, 28(4): E186-193.
 30. Shiraishi T. Skip laminectomy: a new treatment for cervical spondylotic myelopathy, preserving bilateral muscular attachments to the spinous processes: a preliminary report[J]. *Spine J*, 2002, 2(2): 108-115.
 31. Shiraishi T, Fukuda K, Yato Y, et al. Results of skip laminectomy-minimum 2-year follow-up study compared with open-door laminoplasty[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2003, 28 (24): 2667-2672.
 32. Chang H, Kim C, Choi BW. Selective laminectomy for cervical spondylotic myelopathy: a comparative analysis with laminoplasty technique[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2017, 137(5): 611-616.
 33. Tsuzuki N, Abe R, Saiki K, et al. Tension-band laminoplasty of the cervical spine[J]. *Int Orthop*, 1996, 20(5): 275-284.
 34. Motosuneya T, Maruyama T, Yamada H, et al. Long-term results of tension-band laminoplasty for cervical stenotic myelopathy: a ten-year follow-up[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2011, 93(1): 68-72.
 35. Kotani Y, Abumi K, Ito M, et al. Impact of deep extensor muscle-preserving approach on clinical outcome of laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy: comparative cohort study[J]. *Eur Spine J*, 2012, 21(8): 1536-1544.
 36. Lee GW, Suh BG, Yeom JS, et al. Impact of wedge-shaped resection of the posterior bony arch on postoperative outcomes after open door laminoplasty in the cervical spine: a 2-year follow-up study[J]. *Spine J*, 2017, 17(9): 1230-1237.
 37. Zhang C, Li D, Wang C, et al. Cervical endoscopic laminoplasty for cervical myelopathy [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2016, 41(Suppl 19): B44-B51.
 38. Chen G, Luo Z, Nalajala B, et al. Expansive open-door laminoplasty with titanium miniplate versus sutures[J]. *Orthopedics*, 2012, 35(4): e543-548.
 39. Cheng Z, Chen W, Yan S, et al. Expansive open-door cervical laminoplasty: in situ reconstruction of extensor muscle insertion on the C2 spinous process combined with titanium miniplates internal fixation[J]. *Medicine(Baltimore)*, 2015, 94 (28): e1171.
 40. Lee CH, Lee J, Kang JD, et al. Laminoplasty versus laminectomy and fusion for multilevel cervical myelopathy: a meta-analysis of clinical and radiological outcomes[J]. *J Neurosurg Spine*, 2015, 22(6): 589-595.
 41. Liu FY, Yang SD, Huo LS, et al. Laminoplasty versus laminectomy and fusion for multilevel cervical compressive myelopathy: a meta-analysis[J]. *Medicine(Baltimore)*, 2016, 95(23): e3588.
 42. Chen H, Li H, Wang B, et al. Facet joint disturbance induced by miniscrews in plated cervical laminoplasty: does it influence the clinical and radiologic outcomes [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95(38): e4666.
 43. Kowatari K, Ueyama K, Sannohe A, et al. Preserving the C7 spinous process with its muscles attached: effect on axial symptoms after cervical laminoplasty[J]. *J Orthop Sci*, 2009, 14(3): 279-284.
 44. Riew KD, Raich AL, Dettori JR, et al. Neck pain following cervical laminoplasty: does preservation of the C2 muscle attachments and/or C7 matter [J]. *Evid Based Spine Care J*, 2013, 4(1): 42-53.

(收稿日期:2017-06-21 修回日期:2017-07-23)

(本文编辑 李伟霞)