

显微镜辅助下颈前路椎间盘切除植骨融合术治疗多节段脊髓型颈椎病

吴信波, 范国鑫, 虞舜志, 张海龙, 顾 昕, 胡安南, 胡 硕, 管晓菲, 贺石生

【摘要】 目的 探讨显微镜辅助下颈前路椎间盘切除植骨融合术(anterior cervical discectomy with fusion, ACDF)治疗多节段脊髓型颈椎病的疗效。**方法** 回顾性分析 2011 年 1 月~2012 年 8 月本院行颈前路手术治疗的 60 例脊髓型颈椎病患者的临床资料,根据手术方式分为常规 ACDF 组(A 组,30 例)和显微镜辅助 ACDF 组(B 组,30 例)。比较 2 组的手术时间、术中出血量、住院天数及并发症,以日本骨科学会(Japanese Orthopaedic Association,JOA)评分(17 分法)及其改善率评价术后神经功能改善情况。**结果** A 组手术时间为(132.5 ± 8.9) min,B 组为(137.0 ± 9.1) min,差异无统计学意义($P > 0.05$)。A 组术中出血量为(113.6 ± 8.0) mL,B 组为(93.7 ± 5.3) mL,差异有统计学意义($P < 0.01$)。A 组住院(7.37 ± 1.73) d,B 组(6.63 ± 1.13) d,差异无统计学意义($P > 0.05$)。A 组术前 JOA 评分为 6.60 ± 1.21 ,术后 12 个月为 13.83 ± 0.91 ,改善率为(69.72 ± 7.66)%;B 组术前 JOA 评分为 6.87 ± 1.46 ,术后 12 个月为 14.23 ± 1.17 ,改善率为(72.51 ± 11.26)%。A 组和 B 组改善率差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 显微镜辅助 ACDF 和常规 ACDF 是治疗多节段脊髓型颈椎病有效的方法,但显微镜辅助 ACDF 可减少术中出血量,是治疗多节段脊髓型颈椎病优先选择的手术方案。**【关键词】** 颈椎; 颈椎病; 椎间盘切除术; 骨移植; 脊柱融合术; 外科手术,微创性; 显微镜检查**【中图分类号】** R 683.531.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1672-2957(2015)05-0267-05**【DOI】** doi:10.3969/j.issn.1672-2957.2015.05.003

Microscope-assisted anterior cervical discectomy with fusion in treatment of multi-segmental cervical spondylotic myelopathy WU Xin-bo, FAN Guo-xin, YÜ Shun-zhi, ZHANG Hai-long, GU Xin, HU An-nan, HU Shuo, GUAN Xiao-fei, HE Shi-sheng. Department of Orthopaedic, Shanghai Tenth People's Hospital, Tongji University School of Medicine, Shanghai 200072, China

【Abstract】 Objective To investigate the curative effect of microscope-guided anterior cervical discectomy with fusion (ACDF) in treatment of multi-segmental cervical myelopathy. **Methods** A retrospective study was conducted on 60 patients who underwent cervical surgery from January 2011 to August 2012. Patients were divided into 2 groups; a total of 30 cases in Group A (18 with 2 segments and 12 with 3 segments) underwent standard ACDF; other 30 cases in Group B (20 with 2 segments and 10 with 3 segments) underwent microscope-assisted ACDF. Data were collected and compared in operation time, blood loss, hospital stay and complications. Japanese Orthopaedic Association (JOA) score and its improvement rate were used to evaluate neurologic function after operation. **Results** There was no significant difference in operation time between Group A (132.5 ± 8.9) min and Group B (137.0 ± 9.1) min ($P > 0.05$). Similarly, no significant difference was observed in hospital stay between Group A (7.37 ± 1.73) d and Group B (6.63 ± 1.13) d ($P > 0.05$). However, there was significant difference in blood loss between Group A (113.6 ± 8.04) mL and Group B (93.7 ± 5.3) mL ($P < 0.01$). JOA score in Group A was 6.60 ± 1.21 before operation, and 13.83 ± 0.91 12 months after operation. The improvement rate was (69.72 ± 7.66)% for Group A. JOA score in Group B was 6.87 ± 1.46 before operation and 14.23 ± 1.16 12 months after operation. The improvement rate was (72.51 ± 11.26)% for Group B. Significant difference in improvement rate between Group A and Group B was observed ($P < 0.05$). **Conclusion** Similar to standard ACDF, microscope-assisted ACDF is an effective way to treat multi-segmental cervical myelopathy. Microscope-assisted ACDF may be a prior choice since it can significantly reduce blood loss in operation with fewer complications.

【Key Words】 Cervical vertebrae; Cervical spondylosis; Discectomy; Bone transplantation; Spinal fusion; Surgical procedures, minimally invasive; Microscopy

J Spinal Surg, 2015,13(5):267-271

作者简介:吴信波(1989—),硕士在读,医师

共同第一作者:范国鑫(1993—),硕士在读,医师

作者单位:200072 上海,同济大学医学院附属第十人民医院骨科

通信作者:贺石生 hss7418@aliyun.com

脊髓型颈椎病(cervical spondylotic myelopathy, CSM)是临床上常见的一种脊柱外科疾病。手术是

治疗 CSM 最直接有效的方法,能够解除病变对脊髓的压迫,重建颈椎序列的稳定性,最大限度地改善症状。颈前路椎间盘切除减压融合术(anterior cervical discectomy with fusion, ACDF)因能够实现直接减压、恢复椎间隙高度及重建颈椎生理曲度,目前已经成为临床上最常用的手术方法之一^[1-4]。以单节段和相邻双节段颈椎椎间盘突出为主的患者其手术方式选择争议较少^[5],但对于多节段的 CSM 患者,最新的荟萃分析表明,ACDF 与传统的前路椎体次全切减压融合术(anterior cervical corpectomy with fusion, ACCF)相比,ACDF 能恢复颈椎的生理曲度,并发症发生率更低以及手术损伤更小^[6]。

在欧美发达国家,颈椎病的手术往往是由神经外科医生完成,或者骨科及神经外科医生共同完成,利用显微镜技术进行减压已成为标准术式^[4,7]。目前在国内,随着脊柱显微外科技术的发展和减压精确性的要求越来越高,越来越多的学者将显微镜技术和 ACDF 相结合,用于治疗 CSM^[8-10]。但与传统 ACDF 相比,使用显微镜辅助 ACDF 治疗多节段 CSM 的优势还需进一步研究。因此,本研究通过对 2 种不同术式术后疗效进行分析,为不同患者选择最佳个体化的手术方式提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究对 2011 年 1 月~2012 年 8 月在本院行颈前路手术治疗的 60 例 CSM 患者进行回顾性分析。入选标准:①影响椎体节段 ≥ 2 个(连续或不连续),均存在不同程度的四肢感觉障碍、无力、双下肢踩棉花感、生理反射亢进、病理反射阳性等典型 CSM 症状和体征,经 > 6 个月非手术治疗无效。②术前均行颈椎 X 线、CT、MRI 检查。X 线片示椎间隙变窄、骨赘形成、颈椎生理曲度改变。CT 示病变椎体后缘骨赘累计节段及椎管矢状径减少。MRI 示颈椎椎间盘突出、脊髓受压等征象。排除标准:①单纯神经根性症状患者;②既往有颈椎手术史患者;③合并骨折、肿瘤或者严重的椎体后纵韧带骨化的患者。所有患者病史、体征及影像学资料均被记录用于随访。所纳入的 60 例患者中,男 31 例,女 29 例,平均年龄 63 岁,随访 > 12 个月,平均 14.2 个月。30 例行常规 ACDF 治疗(A 组),30 例行显微镜辅助 ACDF 治疗(B 组)。2 组患者一般情况见表 1。

1.2 手术方法

A 组采用常规 ACDF,患者均全身麻醉,颈部自然伸,取颈前右侧横切口入路,暴露术野。于拟减压椎间隙相邻的上下椎体置入椎体钉,Caspar 撑开器撑开,直视下取出病变的椎间盘。以椎体深部撑开器适度撑开椎间隙,至椎体周围软组织有一定张力,恢复至正常椎间隙的高度,并用 Caspar 撑开器维持这一高度。以枪式咬骨钳小心去除椎体后缘骨赘及突入椎管内退变的椎间盘,两侧达钩椎关节,在后纵韧带钩的辅助下切除增生肥厚的后纵韧带,减压至硬膜囊无明显受压。彻底减压后用刮匙刮除软骨终板至骨面渗血,注意保留椎间盘上下骨性终板的完整,取与椎间高度和形状一致的 Cage 试模置入椎间隙,其大小应使试模紧贴上下终板,但不宜过松或过紧,而后取出试模,置入相应型号预填入减压过程中切除的碎骨的 Cage。同法依次减压拟手术的病变节段,置入合适型号的 Cage。选择长度合适的钛板,适当预弯后固定于椎体前方,每个椎体用 2 枚单皮质螺钉固定,锁定螺钉锁紧钛板。清洗切口,逐层缝合皮下组织和皮肤。

B 组采用显微镜(Carl Zeiss, OPMI VarioS88)辅助下 ACDF,传统颈前横切口入路,直视下显露颈椎椎间盘,Caspar 牵开器牵开病变椎间隙,使其获得良好暴露,然后在显微镜下进行减压操作。尖刀切开椎间盘纤维环,髓核钳刮匙清理椎间隙内的椎间盘组织,用枪钳咬除上下椎体前后缘及周边骨赘、病变椎间盘与后纵韧带,两侧抵达钩椎关节,解除脊髓、神经根压迫。术中可使用双极电凝以及明胶海绵压迫止血。最后置入 Cage 并行前路钢板内固定。患者术后常规使用抗生素,第 1 天拔除切口引流片,术后第 2 天复查颈椎正侧位 X 线片,术后第 3 天可佩戴颈托下床活动,颈托保护 8 周。

1.3 观察指标

记录每组的手术时间、术中出血量、住院天数、术后并发症。采用日本骨科学会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)评分^[11]对患者术前和术后 12 个月神经功能进行评估。JOA 评分改善率=(术后得分-术前得分)/(17 分-术前得分) $\times 100\%$ 。根据改善率评定疗效: $\geq 80\%$ 为优, $\geq 50\%$ 且 $< 80\%$ 为良, $> 5\%$ 且 $< 50\%$ 为有效, $\leq 5\%$ 为无效。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 20.0 统计软件进行统计学分析,数据以 $\bar{x} \pm s$ 或率表示。配对资料使用配对 t 检验,非

配对资料使用独立样本 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

所有患者顺利完成手术,术后 3 个月 X 线片示固定效果良好,融合器位置安放恰当,术后 1 周复查 MRI 证实减压效果满意。2 组手术时间、住院天数

差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。2 组术中出血量、JOA 改善率差异有统计学意义 ($P < 0.05$),具体见表 2。A 组出现脑脊液漏 2 例,通过常规的保持仰卧位,引流及加压包扎等处理后,均得到了恢复。其余未发生神经损伤、椎动脉损伤、术后血肿及感染、钢板螺钉折断、植骨块松动等并发症。典型病例影像学资料见图 1。

表 1 2 组临床基线特征
Tab.1 Baseline characteristics of 2 groups

n = 30

组别 Groups	年龄/(岁) Age/(years)	性别 Gender		节段数 Number of segments		病变部位 Diseased region					非手术治疗时间/个月 Time of expectant treatment/Months	随访时间/个月 Time of follow-up/ Months
		男 Male	女 Female	3	2	C ₃₋₆	C ₄₋₇	C ₃₋₅	C ₄₋₆	C ₅₋₇		
A 组 Group A	62.17 ± 7.66	17	13	12	18	8	4	5	7	6	8.40 ± 3.81	14.30 ± 2.72
B 组 Group B	63.86 ± 6.58	14	16	10	20	6	4	8	6	6	8.10 ± 2.22	14.13 ± 2.16

表 2 2 组患者手术相关参数及神经功能情况
Tab.2 Surgical parameters and neurologic function of 2 groups

n = 30

组别 Groups	住院时间/d Hospital stay/d	手术时间/min Operation time/ min	出血量/mL Blood loss/mL	JOA 评分 JOA scores			并发症 Complications
				术前 Preoperative	术后 12 个月 Postoperative 12 months	改善率/(%) Improvement rate/(%)	
A 组 Group A	7.37 ± 1.73	132.5 ± 8.9	113.6 ± 8.0	6.60 ± 1.21	13.83 ± 0.91	69.72 ± 7.66	2
B 组 Group B	6.63 ± 1.13	137.0 ± 9.1	93.7 ± 5.3 *	6.87 ± 1.46	14.23 ± 1.17	72.51 ± 11.26 *	0

注: * 与 A 组比较, $P < 0.05$
Note: * Compared with Group A, $P < 0.05$

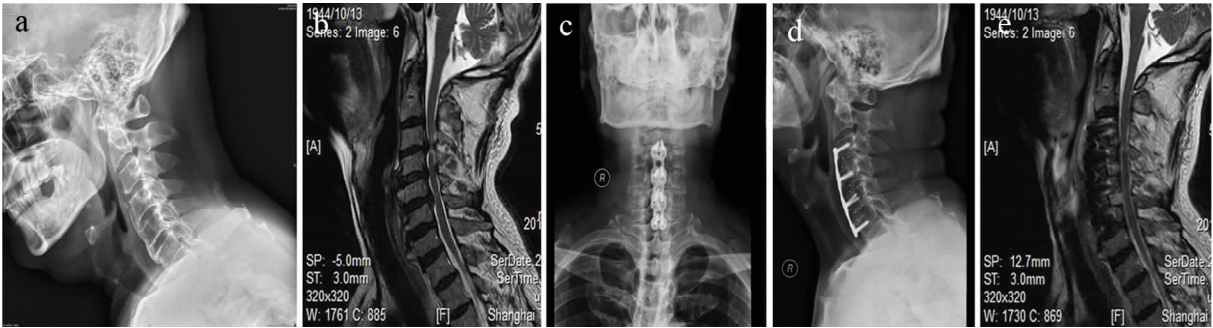


图 1 典型病例影像学资料
Fig.1 Radiologic data of typical case
a:术前 X 线片示椎间隙变窄、骨赘形成、颈椎生理曲度改变 b:术前 MRI 示颈椎椎间盘突出、脊髓受压 c,d:术后 3 个月 X 线片示融合良好,内固定器位置良好 e:随访 MRI 示减压效果满意
a:Preoperative roentgenograph shows narrowing of intervertebral space, syndesmophyte formation, and cervical physiological curvature change b:Preoperative MRI shows cervical vertebra intervertebral disk hernia and spinal cord compression c,d:Postoperative roentgenographs show interbody fusion good, and internal fixation in good position e:MRI of follow-up shows satisfied decompression.

图 1 典型病例影像学资料
Fig.1 Radiologic data of typical case

3 讨 论

3.1 手术时机与术式比较

多节段 CSM 好发于下段颈椎, 以病情重、进展快为主要特点, 是 CSM 中危害最严重的类型。一般而言, CSM 的病程越长, 脊髓损害程度越重, 疗效就会越差。大多数学者认为, CSM 一旦诊断明确, 应该尽早进行手术减压治疗^[5]。然而, 在实际的临床工作中, 国内的多数 CSM 患者会选择相当长时间的非手术治疗。本组中 CSM 患者接受非手术治疗的平均时间为 8.25 个月, 行常规 ACDF 的患者为 8.40 个月, 行显微镜辅助 ACDF 的患者为 8.10 个月。

近年来, 大量研究表明使用 ACDF 治疗 CSM 可以取得不错的疗效^[12-15]。相比于 ACCF, ACDF 保留了椎体完整性, 出血更少, 手术时间更短, 并且能够更有效地恢复颈椎生理曲度^[16-18]。配合使用特制的枪钳以及刮勺也可以对椎体上下缘后方的增生骨赘或者脱出游离的髓核组织进行彻底的清除。但是由于该术式减压操作主要位于椎间隙内, 切口较小, 手术灯光难以很好地进入, 手术操作区域受限, 主刀和助手容易相互干扰, 影响配合。脊髓位于较深的区域, 辨认硬脊膜与周围组织的关系也较困难, 从而增加了手术风险。显微镜技术则很好地弥补了上述缺陷。昌耘冰等^[19]研究发现较常规前路手术, 用显微镜辅助进行颈椎前路减压手术具有手术适应证广、减压效果确实、操作精细、安全可靠和并发症少的特点。王贵怀等^[20]报道前路显微减压手术治疗 CSM 85 例, 术后脊髓功能明显改善, 优良率 96.5%, 较传统手术效果明显提高, 认为显微镜下操作比传统手术更精细。在神经功能评估方面, 本研究利用 JOA 评分发现 A 组和 B 组的改善率分别为 69.72% 和 72.51%, 均能取得比较良好的疗效。这说明, 显微辅助下 ACDF 在神经功能改善方面至少不劣于常规 ACDF, 甚至稍微优于常规 ACDF。与常规 ACDF 手术相比较, 显微镜辅助下行 ACDF 治疗多节段 CSM 在手术时间以及住院天数方面, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。并且显微镜辅助 ACDF 术中止血较彻底, 术中出血量较常规 ACDF 组少, 差异有统计学意义 ($P < 0.01$)。另外, 本研究还在常规 ACDF 组发现了 2 例脑脊液漏, 而显微镜辅助 ACDF 组暂无并发症发生。

3.2 显微镜辅助 ACDF 的技术优点

手术显微镜已经成为欧美等国家脊柱手术中极

具价值的辅助设备^[21]。在颈椎外科手术中应用显微镜具有天然的优势, 在 ACDF 治疗 CSM 过程中更是如此, 具体表现: ①彻底减压以及精细操作是保证 CSM 疗效的关键。显微镜下精细操作, 对脊髓与神经有很好的保护作用, 脊髓减压充分, 可明显改善手术效果。目前临床上颈椎前路多采用小切口, 由于术野以及操作空间狭小, 常规手术照明灯经术者上方投照, 光线容易受到术者的遮挡, 其照明效果并不理想。手术显微镜使用的则是可调式冷光源照明, 光线集中投照在术野中, 清晰明亮, 为 ACDF 的操作提供恒定适度的照明, 减少手术失误的发生。②显微镜下术野可以放大 4 ~ 20 倍, 任何细微的病变都能被清晰显示。而且, 显微镜至少有 2 组可调式双目镜, 供主刀和助手同时观察, 从而使主刀和助手互不干扰, 利于配合。③不同于传统的内镜系统, 手术显微镜还可以提供良好的三维图像, 与常规手术无异。在术野放大清晰化的同时, 术后操作变得更加精确而不失立体感, 避免对脊髓和神经根的过多刺激, 从而提高了手术精细度和安全性。④高倍率的放大可清晰地显示静脉丛, 能够更加精确而迅速地找到出血部位, 配合使用双极电凝进行凝固止血, 必要时使用明胶海绵填塞, 保证术野清晰, 也有利于防止术后出血形成椎管内血肿等并发症。⑤高端的显微镜多为可变焦镜头, 焦距范围为 300 ~ 420 mm。术者可以根据术中的情况以及个人习惯调节物镜到术野的工作距离。同时, 由于显微镜与术区保持着一定的距离, 在高速动力设备以及止血时, 不会因为碎屑以及血液模糊镜头, 方便术中操作, 提高手术效率。

3.3 操作要点及难点

相对于传统的 ACDF 术式, 显微镜辅助 ACDF 最大的特点就是视野放大清晰化以及手眼分离化, 对于术者既是福音也是挑战。根据本组临床经验, 以下几个操作或处理是关键点: ①完善的围手术期处理十分必要, 术前体位必须规范恰当, 需要配备专业的镜下手术器械, C 形臂 X 线机的位置应尽量固定, 使用脊髓监测密切关注术中神经功能情况。②使用显微镜后需保证手眼协调性, 由于脊髓位于深部, 在镜下掌握减压的深浅轻重仍然需要适应及锻炼。③术区及镜头的位置需要固定, 术野局限在狭小的椎间隙内, 任何轻微的碰撞及偏移都有可能导导致术野的丢失, 需重新校准及对焦。因此术中操作必须要小心轻柔, 建议使用自动拉钩和 Caspar 撑开

器。④椎体后缘骨赘及后纵韧带的清除需仔细彻底。椎体后缘的骨赘可以通过枪式咬骨钳予以清除,不同形状和直径的钻头可满足不同的要求。对于脱出髓核冲破纤维环和后纵韧带到达硬膜外的病例,必须清除后纵韧带,可用微型带钩神经剥离子深入后纵韧带与椎体后壁间隙,轻微提起后纵韧带并用尖刀切断,再用特制的薄型枪钻咬除后纵韧带,直至显露硬膜,而对于脱出的髓核可以使用微型刮匙进行清除。⑤止血需彻底。相对于常规手术,镜下出血点将会更加清楚,此时就可以使用双极电凝进行针对性的止血操作,但由于椎管内静脉丛吻合支较多,盲目使用电凝可能会导致出血量增加,必要时可以配合使用明胶海绵进行填塞止血。

3.4 学习曲线

在有开放手术行颈前路椎间隙减压的基础上,学习显微镜辅助颈前路椎间隙减压的主要任务是适应在显微镜这种环境下完成各项减压操作。初学者在显微镜下进行操作与肉眼下完成操作的难度是不同的,开始很难适应这种环境,容易出现相关并发症,但在有经验的医生指导下,训练 3 个月就可以掌握。显微镜辅助下行椎间隙减压是一门较容易掌握的技术。

显微镜辅助 ACDF 治疗 CSM 能够取得满意的疗效。相对于常规手术方式,显微镜下进行手术操作可以提供良好的照明,有利于助手的配合,并且通过显微镜的放大作用,使手术更加精确和安全。目前国内显微外科技术在颈椎手术中的应用仍属少数,相信随着技术的进步,颈椎显微外科技术会得到推广,被更多脊柱外科医生所接受。

参考文献

[1] Chang SW, Kakarla UK, Maughan PH, et al. Four-level anterior cervical discectomy and fusion with plate fixation: radiographic and clinical results[J]. *Neurosurgery*, 2010, 66(4):639-646.

[2] Oh MC, Zhang HY, Park JY, et al. Two-level anterior cervical discectomy versus one-level corpectomy in cervical spondylotic myelopathy [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009, 34(7):692-696.

[3] Song KJ, Choi BY. Current concepts of anterior cervical discectomy and fusion;a review of literature[J]. *Asian Spine J*, 2014, 8(4):531-539.

[4] Jiang SD, Jiang LS, Dai LY. Anterior cervical discectomy and fusion versus anterior cervical corpectomy and fusion for multilevel cervical spondylosis: a systematic review [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2012, 132(2):155-161.

[5] 朱庆三, 顾锐. 治疗多节段脊髓型颈椎病的基本术式[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2009, 19(7):484-485.

[6] Xiao SW, Jiang H, Yang LJ, et al. Anterior cervical discectomy versus corpectomy for multilevel cervical spondylotic myelopathy;a meta-analysis[J]. *Eur Spine J*, 2015, 24(1):31-39.

[7] Maroon JC. Current concepts in minimally invasive discectomy [J]. *Neurosurgery*, 2002, 51(5 Suppl):S137-145.

[8] Rao RD, Currier BL, Albert TJ, et al. Degenerative cervical spondylosis: clinical syndromes, pathogenesis, and management [J]. *Instr Course Lect*, 2008, 57:447-469.

[9] 林欣, 宋磊, 李家谋, 等. 应用显微外科技术治疗脊髓型颈椎病疗效分析[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2006, 16(7):505-507.

[10] 昌耘冰, 刘晖, 尹庆水, 等. 显微镜辅助下颈椎前路减压术[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2009, 24(6):487-489.

[11] Yonenobu K, Wada E, Tanaka T, et al. Japanese Orthopaedic Association Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire (JOACMEQ): Part 2. Endorsement of the alternative item[J]. *J Orthop Sci*, 2007, 12(3):241-248.

[12] Liu Y, Hou Y, Yang L, et al. Comparison of 3 reconstructive techniques in the surgical management of multilevel cervical spondylotic myelopathy[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2012, 37(23):E1450-1458.

[13] Lin Q, Zhou X, Wang X, et al. A comparison of anterior cervical discectomy and corpectomy in patients with multilevel cervical spondylotic myelopathy [J]. *Eur Spine J*, 2012, 21(3):474-481.

[14] Fraser JF, Härtl R. Anterior approaches to fusion of the cervical spine;a metaanalysis of fusion rates [J]. *J Neurosurg Spine*, 2007, 6(4):298-303.

[15] Lu J, Wu X, Li Y, et al. Surgical results of anterior corpectomy in the aged patients with cervical myelopathy[J]. *Eur Spine J*, 2008, 17(1):129-135.

[16] Han YC, Liu ZQ, Wang SJ, et al. Is anterior cervical discectomy and fusion superior to corpectomy and fusion for treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy? A systemic review and meta-analysis[J]. *PLoS One*, 2014, 9(1):e87191.

[17] Huang ZY, Wu AM, Li QL, et al. Comparison of two anterior fusion methods in two-level cervical spondylosis myelopathy: a meta-analysis[J]. *BMJ Open*, 2014, 4(7):e004581.

[18] Daentzer D, Bianchi N, Böker DK, et al. Multilevel segmental interbody fusion versus vertebral body replacement;comparison of two operative methods[J]. *Orthopade*, 2014, 43(2):156-164.

[19] 昌耘冰, 刘晖, 尹庆水, 等. 显微镜下颈椎前路减压术与常规开放手术的比较研究[J]. *实用医学杂志*, 2009, 25(15):2487-2489.

[20] 王贵怀, 初均盛, 朴明学, 等. 脊髓型颈椎病的前路显微外科治疗策略[J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2010, 15(3):118-121.

[21] Oppenheimer JH, DeCastro I, McDonnell DE. Minimally invasive spine technology and minimally invasive spine surgery;a historical review[J]. *Neurosurg Focus*, 2009, 27(3):E9.

(收稿日期:2015-01-22)

(本文编辑 于 倩)