

· 临床论著 ·

显微镜与直视下颈椎前路椎间盘切除融合术比较[△]

鲍小明, 任 坤, 张小平, 郭卫东, 闫 康, 董 鑫, 廖 博*

(空军军医大学第二附属医院骨科, 陕西西安 710038)

摘要: [目的] 比较显微镜与直视颈椎前路椎间盘切除融合术 (anterior cervical discectomy fusion, ACDF) 治疗脊髓型颈椎病的临床疗效。[方法] 回顾性分析本院 2015 年 6 月—2018 年 11 月采用 ACDF 治疗脊髓型颈椎病 65 例患者的临床资料。根据医患术前沟通结果, 30 例采用显微镜下 ACDF, 35 例采用传统直视下 ACDF。比较两组患者围手术期、随访和影像资料。[结果] 两组患者均顺利完成手术; 显微镜组仅 1 例喉返神经损伤; 传统组 2 例脑脊液漏, 3 例喉返神经损伤; 均未引发严重不良后果。显微镜手术时间、术中出血量均显著优于传统组 ($P<0.05$), 两组间切口长度、透视次数、切口愈合等级、术后下地行走时间和住院时间的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。两组患者均获随访 12~48 个月, 平均 (20.2±8.0) 个月, 随时间推移, 两组患者椎体束征显著改善 ($P<0.05$), VAS 和 NDI 评分均显著降低 ($P<0.05$), 而 JOA 评分显著增加 ($P<0.05$)。术后 6 个月和末次随访时, 两组 VAS 和 NDI 评分的差异无统计学意义 ($P>0.05$), 但是, 显微镜组的 JOA 评分显著优于传统组 ($P<0.05$)。影像方面, 与术前相比, 术后即刻两组责任段椎管面积、椎间隙高度和颈前凸角均显著增加 ($P<0.05$)。与术后即刻相比, 末次随访时两组上述影像指标均无显著变化 ($P>0.05$)。相应时间点, 两组间影像指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。末次随访时椎间融合显微镜组为 26/30 (86.7%), 传统组为 30/35 (85.7%), 两组间差异无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] 显微镜下 ACDF 较传统直视下手术更为精准, 具有出血量少、手术时间短和功能恢复好的优点。

关键词: 脊髓型颈椎病, 颈椎前路椎间盘切除融合术, 显微镜, 直视

中图分类号: R681.55 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 11-0974-06

Comparison of anterior cervical discectomy and fusion under microscope versus direct vision // BAO Xiao-ming, REN Kun, ZHANG Xiao-ping, GUO Wei-dong, YAN Kang, DONG Xin, LIAO Bo. Department of Orthopedics, The Second Affiliated Hospital, Air Force Medical University, Xi'an 710038, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical efficacy of anterior cervical discectomy fusion (ACDF) under microscope versus direct vision for cervical spondylotic myelopathy. [Methods] A retrospective study was conducted on 65 patients who received ACDF for cervical spondylotic myelopathy from June 2015 to November 2018 in our hospital. According to the results of preoperative communication between doctors and patients, 30 patients were treated with ACDF under microscope, while the remaining 35 patients had ACDF performed under direct vision traditionally. Perioperative, follow-up and imaging data were compared between the two groups. [Results] All patient in both groups had operation conducted successfully. The microscopy group got recurrent laryngeal nerve injury in 1 case only, whereas the direct vision group had dural injury in 2 cases and recurrent laryngeal nerve injury in 3 cases, while none of them caused serious adverse consequences. The microscopy group proved significantly superior to the direct vision group in terms of operative time and intraoperative blood loss ($P<0.05$), nevertheless there were no significant differences in incision length, number of fluoroscopy, incision healing grade, postoperative ambulation time and hospital stay between the two groups ($P>0.05$). As time went during the followed-up ranged from 12 to 48 months with an average of (20.2±8.0) months, the pyramidal tract signs improved significantly ($P<0.05$), VAS and NDI scores decreased significantly ($P<0.05$), while JOA score increased significantly ($P<0.05$) in both groups. Although there were no statistically significant differences in VAS and NDI scores between the two groups at 6 months postoperatively and the latest follow-up ($P>0.05$), the microscopy group was significantly superior to the direct vision group in term of JOA score ($P<0.05$). Radiographically, the area of the spinal canal in the responsible segment, the height of the intervertebral space and the cervical lordosis were significantly increased immediately postoperatively compared with

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.11.03

[△]基金项目:国家自然科学基金面上项目(编号:81372045);陕西省创新能力支撑计划项目(编号:2021TD-45);空军军医大学第二附属医院临床研究重大项目(编号:2021LCYG014)

作者简介:鲍小明, 硕士, 主治医师, 研究方向:脊柱外科, (电话)15809235857, (电子信箱)sxmu2010@126.com

* 通信作者:廖博, (电话)029-84717709, (电子信箱)liaobo@fmmu.edu.cn

those preoperatively in both groups ($P < 0.05$), whereas which remained unchanged at the latest follow-up compared with those immediately postoperatively ($P > 0.05$). At any corresponding time points, there was no significant difference in abovesaid imaging indexes between the two groups ($P > 0.05$). At the latest follow-up, the fusion rate was of 26/30 (86.7%) in the microscopy group, whereas 30/35 (85.7%) in the direct vision group, without a statistically significant difference between the two groups ($P > 0.05$). [Conclusion] Compared with traditional operation under direct vision, ACDF under microscope is more accurate, and has the advantages of less blood loss, shorter operation time and better functional recovery.

Key words: cervical spondylotic myelopathy, anterior cervical discectomy and fusion, microscope, direct vision

随着老龄化社会加剧，脊髓型颈椎病的发病率呈显著的上升趋势，主要由于椎间盘退行性病变、颈椎病、黄韧带肥厚，或颈髓其他进行性退行性慢性压迫致神经受损^[1]，引起患者步态不稳、膀胱功能障碍、精细动作及肌力障碍^[2]，而神经功能障碍是由于颈椎退变引起动态、反复的脊髓压迫导致轴索牵张相关损伤和脊髓缺血^[3]，手术干预可迅速消除神经功能恶化的可能；手术目的是通过前路或后路彻底缓解脊髓和神经根的压迫，颈椎前路椎间盘切除融合术（anterior cervical discectomy and fusion, ACDF）既可将突出椎间盘及骨赘彻底切除实现脊髓直接减压，又可维持脊柱稳定，恢复生理前凸，达到理想的手术效果^[4-6]。文献报道颈椎前路手术由于视野受限带来操作困难、出血较多等并发症，随着脊柱显微镜技术的成熟，近年来国内外已有多篇将显微镜系统应用于颈椎病治疗的报告，并取得了良好的疗效^[7]。本文回顾性分析本科 2015 年 6 月—2018 年 11 月 ACDF 术治疗 65 例脊髓型颈椎病患者的临床资料，比较显微镜技术与传统直视下手术的临床效果。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：（1）依据影像学资料、症状、体征诊断为脊髓型颈椎病患者（图 1a~1c）；（2）严格规律的保守治疗 3 个月；（3）获得完整的影像学及随访资料。

排除标准：（1）活动性感染、代谢性骨病或严重骨质疏松、对置入材料过敏（钛或聚醚醚酮）、炎症性脊柱关节病（强直性脊柱炎或类风湿关节炎）；（2）既往颈椎手术和外伤史；（3）合并严重后纵韧带骨化、颈椎滑脱、脊椎畸形、多节段脊髓型颈椎病。

1.2 一般资料

回顾性分析 2015 年 6 月—2018 年 11 月手术治疗的脊髓型颈椎病患者的临床资料，共 65 例符合上述标准，纳入本研究。依据术前医患沟通结果，将患

者分为两组，30 例采用显微镜下 ACDF，35 例采用传统直视下 ACDF。两组一般资料见表 1，两组治疗前性别、病程、BMI 和病变责任节段的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)，传统组患者年龄较显微镜组患者大 ($P < 0.05$)。本研究经医院伦理委员会审批，所有患者术前均签署手术知情同意书。

表 1 两组患者术前一般资料与比较

指标	显微镜组 (n=30)	传统组 (n=35)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	55.9±5.6	59.7±7.2	0.022
性别 (例, 男/女)	11/19	15/20	0.612
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	21.3±2.3	21.0±2.2	0.532
病程 (月, $\bar{x} \pm s$)	10.0±2.8	9.6±3.2	0.566
节段 (例, 单节段/双节段)	15/15	21/14	0.419

1.3 手术方法

显微镜组：患者静吸复合全麻满意后，颈部后仰并双肩向下牵拉固定。依据手术节段选择右侧横行切口，逐层切开皮肤、皮下组织，切开颈阔肌，沿颈部血管鞘内侧和气管、食道外侧间隙钝性分离到达椎前筋膜，C 形臂 X 线机透视确认节段，直视尖刀切除责任间隙椎间盘纤维环，咬骨钳平整椎体前缘骨赘，安装 Caspar 撑开器并撑开椎间隙。安装显微镜，镜下行椎间盘刮除，调整显微镜景深行病变间隙椎体后缘潜行减压、分层并切除后纵韧带、双侧钩椎关节骨赘咬除、神经出口方向彻底减压，镜下见减压彻底，硬膜囊搏动恢复良好（图 1d）。依据试模型号选择椎间笼架，其内嵌入自体骨粒，将椎间笼架准确置入椎间隙（图 1e）。选择合适的钢板，行椎前钢板螺钉固定。留置引流，关闭切口。

传统组：麻醉、体位、切口显露均同上。咬骨钳平整椎体前缘骨赘，安装 Caspar 撑开器并撑开椎间隙，直视下行椎间盘切除、骨性结构减压等处理，以及椎间笼架置入和椎前钢板螺钉固定。

1.4 评价指标

记录围手术期资料，包括手术时间、切口长度、术中失血量、术中并发症、切口愈合等级、下地行走

时间及住院时间；采用锥体束征变化、疼痛视觉模拟评分（visual analogue scale, VAS）、颈椎功能障碍指数（neck disability index, NDI）和日本骨科协会评分（Japanese Orthopaedic Association Scores, JOA）评价临床效果。行影像检查，测量责任段椎管面积、病变节段椎间隙高度和颈椎前凸角（C₂~C₇ Cobb 角）。观察评价见椎间融合情况与内固定物改变的情况。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 *t* 检验；组内时间点比较采用单因素方差分析，两两比较采用 *LSD* 法；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-Whitney *U* 检验，组内不同时间点比较采用 Wilcoxon 检验。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期资料

两组均顺利完成手术。显微镜组仅 1 例喉返神经损伤，2 周内自然恢复。相比之下，传统组发生 2 例脑脊液漏，均采用明胶海绵包盖，局部注射生物蛋白胶，1 周后愈合；3 例喉返神经损伤，2 周内自然恢复。围手术期资料见表 2。显微组手术时间、术中出血量均显著优于传统组（*P*<0.05），两组间切口长

度、透视次数、切口愈合等级、术后下地行走时间和住院时间的差异均无统计学意义（*P*>0.05）。

指标	显微镜组 (n=30)	传统组 (n=35)	<i>P</i> 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	93.5±13.2	101.4±15.9	0.036
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	6.3±0.8	6.4±1.2	0.512
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	104.2±20.6	129.8±48.0	0.006
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	3.6±0.9	3.8±1.0	0.317
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	2.5±0.5	2.5±0.7	0.748
切口愈合等级 (例, 甲/乙/丙)	30/0/0	32/3/0	0.101
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	7.9±1.3	8.5±1.5	0.131

2.2 随访结果

两组患者均获随访，随访时间 12~48 个月，平均 (20.2±8.0) 个月。两组随访资料见表 3，术前病理反射阳性者显微组 20 例 (66.7%)，传统组 19 例 (54.3%)；术后 6 个月、末次随访时，两组病理反射阳性病例均显著减少（*P*<0.05）。但相应时间点，两组间病理反射阳性者例数差异均无统计学意义（*P*>0.05）。术后随时间推移，两组 VAS 和 NDI 评分均显著降低（*P*<0.05），而 JOA 评分显著增加（*P*<0.05）。术前两组间 VAS 和 NDI、JOA 评分的差异均无统计学意义（*P*>0.05），术后 6 个月和末次随访时，两组的 VAS 和 NDI 评分差异无统计学意义（*P*>0.05），但是，显微镜组的 JOA 评分显著优于传统组（*P*<0.05）。

指标	时间点	显微镜组 (n=30)	传统组 (n=35)	<i>P</i> 值
锥体束征 (例, 阳性/阴性)	术前	20/10	19/16	0.310
	术后 6 个月	11/19	12/23	0.841
	末次随访	6/24	7/28	0.865
	<i>P</i> 值	<0.001	0.003	
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	术前	6.9±0.7	6.8±0.8	0.841
	术后 6 个月	3.7±0.7	3.8±0.8	0.722
	末次随访	1.6±0.7	1.8±0.6	0.418
	<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
NDI 评分 (% , $\bar{x} \pm s$)	术前	24.9±2.1	25.2±2.2	0.619
	术后 6 个月	13.3±1.6	13.3±1.3	0.836
	末次随访	5.3±1.0	5.8±1.2	0.086
	<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
JOA 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	术前	8.5±1.0	8.5±1.3	0.946
	术后 6 个月	16.8±2.2	15.7±1.6	0.023
	末次随访	28.9±2.0	27.3±1.7	0.003
	<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

两组影像资料见表 4。与术前相比，术后即刻两组责任段椎管面积、椎间隙高度和颈前凸角均显著增加 ($P < 0.05$)。与术后即刻相比，末次随访时两组责任段椎管面积、椎间隙高度和颈前凸角均无显著变化 ($P > 0.05$)。相应时间点，两组间责任段椎管面

积、椎间隙高度和颈前凸角的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

末次随访时椎间融合显微镜组为 26/30 (86.7%)，传统组为 30/35 (85.7%)，两组间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组患者均无内固定松动、断裂者。显微镜组典型病例影像见图 1。

表 4 两组患者影像评估结果与比较

指标	时间点	显微镜组 (n=30)	传统组 (n=35)	P 值
责任节段椎管面积 (cm ² , $\bar{x} \pm s$)	术前	2.2±0.0	2.2±0.0	0.942
	术后即刻	2.4±0.1	2.4±0.1	0.362
	末次随访	2.5±0.1	2.5±0.0	0.210
	P 值	<0.001	<0.001	
椎间隙高度 (mm, $\bar{x} \pm s$)	术前	5.8±0.6	5.7±0.6	0.961
	术后即刻	8.7±0.5	8.6±0.5	0.808
	末次随访	7.7±0.6	7.6±0.6	0.743
	P 值	<0.001	<0.001	
颈椎前凸角 (°, $\bar{x} \pm s$)	术前	10.7±1.6	10.9±1.7	0.766
	术后即刻	16.4±1.8	15.5±1.7	0.539
	末次随访	16.6±1.7	16.3±1.8	0.473
	P 值	<0.001	<0.001	
间隙融合 [例 (%)]	<12 周	5 (19.2)	4 (13.3)	0.912
	12~18 周	10 (38.5)	12 (40.0)	
	≥18 周	11 (42.3)	14 (46.7)	

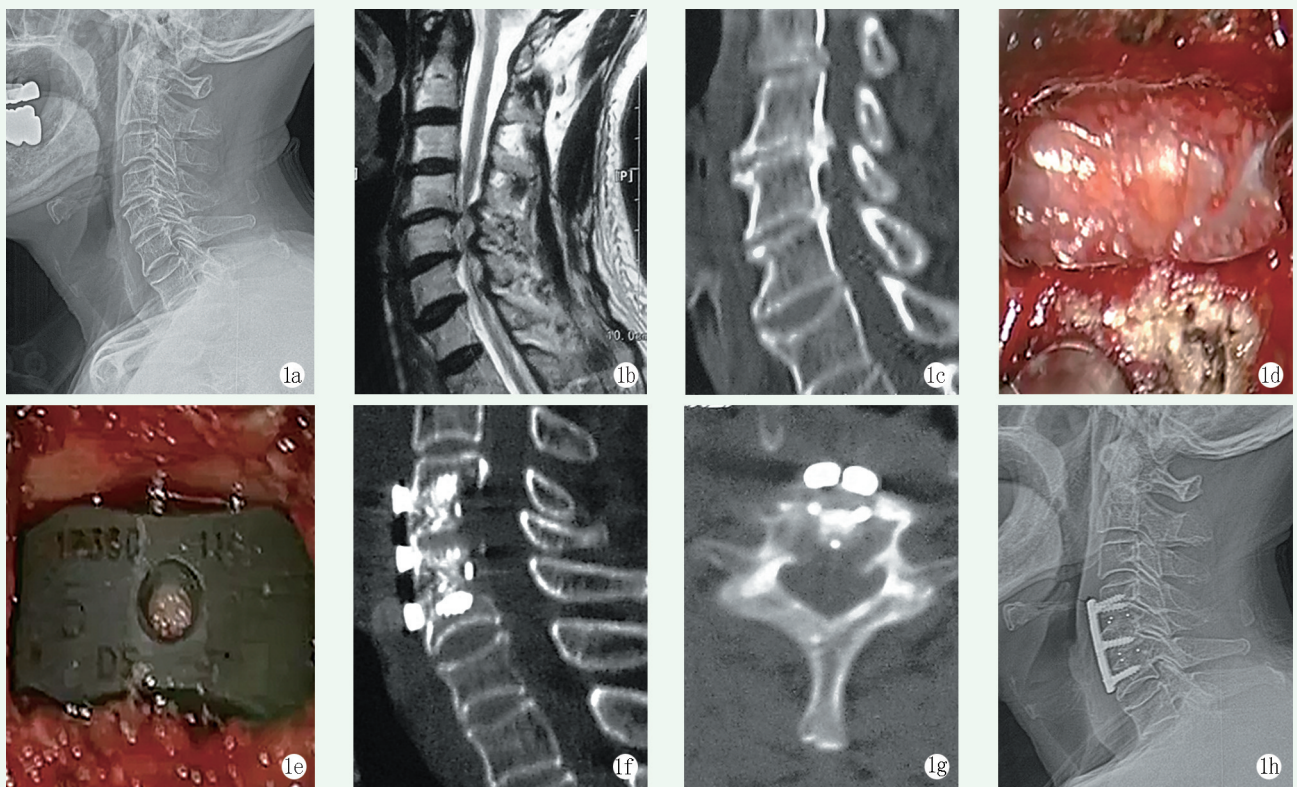


图 1 患者，男，70 岁，脊髓型颈椎病，行显微镜辅助下 ACDF 1a~1c: 术前侧位 X 线片及 MRI、CT 平扫可见 C_{4/5}、C_{5/6} 节段脊髓受压，脊髓变性 1d: 显微镜术中可见减压彻底，暴露硬脊膜 1e: 显微镜术中可清晰地看到融合器位置良好 1f, 1g: 术后 CT 示内固定螺钉位置良好，椎管面积增大 1h: 术后 6 个月 X 线片示钢板及螺钉融合器位置良好

3 讨论

颈椎 ACDF 手术是一种安全有效的治疗方法，是神经根型颈椎病和脊髓型颈椎病的金标准治疗^[6]，显微镜下颈椎前路减压外科手术治疗疗效及应用非常好^[8, 9]，术中使用显微镜可为椎间隙等深部狭窄的手术提供良好的照明条件及调整角度的照明、放大使切口更微创，显著降低椎前软组织水肿损伤^[10-12]，同时清晰的手术视野，可降低硬膜损伤风险^[13]，能够改善神经功能^[14-17]。

作者认为显微镜下手术视野清晰，能精准刮除退变椎间盘，清理骨赘及后纵韧带，使整个手术顺利进行，极大缩短手术的时间，故显微镜组手术时间显著少于传统组 ($P<0.05$)，Porchet 等^[18]亦证实随着手术显微镜使用经验的积累，手术时间会减少；同时显微镜下便于术中椎管静脉丛止血，可降低出血量。Higgins 等^[19]使用显微镜显著增强局部解剖结构的清晰程度，能看到细微的血管及出血点，可使双极电凝精确止血，降低出血量，多位学者证实显微镜使用可显著减少术中出血^[18, 20]。显微镜镜下视野还可以放大 4~20 倍，清晰显示后纵韧带、硬膜、脊髓、神经的层次关系，在操作中能更精确辨认视野内的神经根、硬膜囊，避免盲目操作，可完全解除脊髓和神经根的受压，同时减少对神经的损伤，Tani 等^[11]报道应用显微镜辅助颈椎前路切开探查减压间盘切除植骨融合术，无神经损伤。本研究中无脊髓、神经根或椎动脉损伤。

显微镜下 ACDF 组织分辨率高，辨认硬脊膜与周围组织的关系清晰，可使术者发现肉眼直视下减压不彻底的椎体上下缘后方的增生骨赘或者残存游离的髓核等组织结构，进行轻柔准确的分离等操作，避免对脊髓和神经根的过度刺激，提高了手术精细度和安全性，且脊髓减压充分，可明显改善手术效果，国内学者报道显微镜下前路手术，具有术中出血量和术后引流量少，术后颈椎曲度及椎间隙高度较术前改善，颈椎功能改善较快且较好等优点^[21]。Omid 等^[7]对 74 例 ACDF 患者使用术中显微镜进行的一项研究中显示绝大多数患者的预后良好，在术后 31 个月随访中 NDI 评分和 VAS 评分明显改善；Adogwa 等^[20]证实术后 3 个月两组患者 VAS 颈痛 ($P=0.69$)、NDI 评分 ($P=0.86$) 改善情况相似，术后 2 年无论是显微镜队列还是非显微镜队列，NDI 评分 (显微镜：13.5±25.8 与非显微镜：19.5±27.5, $P<0.18$) 均表现出与术

前相似的改善，而 2 年时 VAS 颈部疼痛评分的变化在队列间有明显差异 (显微镜：2.2±4.0 与非显微镜：3.7±3.6, $P<0.02$)，本研究证实显微镜组及传统组 ACDF 患者 VAS、NDI 及 JOA 评分均获得良好的改善，显微镜组相对较好。本病例中显微镜辅助下 ACDF 手术，术后 6、12 个月的 VAS、NDI、JOA 评分均较术前有明显改善 ($P<0.05$)，且显微镜组术中无脊髓神经根损伤及硬膜囊撕裂，术后未出现脑脊液漏及椎管内血肿形成，手术相关并发症发生率少于传统直视组。

显微镜下椎体终板清除彻底，椎体后方骨赘的彻底减压利于颈椎曲度及椎间隙高度的恢复，可直接增加椎管容积，恢复椎间隙高度，并使 Cobb 角变大，能够提高融合率，国外学者研究显微镜前路 ACDF 随访 6 个月 Cobb 角由术前 (15.3±8.0)°变为术后 (22.7±7.9)° ($P<0.05$)，椎间隙高度由术前 (4.6±0.4) mm 增加到术后 (6.5±0.4) mm ($P<0.05$)^[22]，张涛等^[23]显微前路手术减压显微镜及传统组患者 C₂₋₇ Cobb 角和病变椎间高度均显著增加 ($P<0.05$)。

综上所述，显微镜下颈椎 ACDF 术治疗脊髓型颈椎病具有手术时间短、出血量少，术后颈椎功能改善较好，颈椎曲度及椎间隙高度改善良好等优点。

参考文献

- [1] Bakhsheshian J, Mehta VA, Liu JC. Current diagnosis and management of cervical spondylotic myelopathy [J]. *Global Spine J*, 2017, 7 (6): 572-586.
- [2] Badhiwala JH, Ahuja CS, Akbar MA, et al. Degenerative cervical myelopathy - update and future directions [J]. *Nat Rev Neurol*, 2020, 16 (2): 108-124.
- [3] Akter F, Yu X, Qin X, et al. The pathophysiology of degenerative cervical myelopathy and the physiology of recovery following decompression [J]. *Front Neurosci*, 2020, 14: 138.
- [4] Eck JC, Humphreys SC, Lim TH, et al. Biomechanical study on the effect of cervical spine fusion on adjacent-level intradiscal pressure and segmental motion [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2002, 27 (22): 2431-2434.
- [5] Korinath MC. Treatment of cervical degenerative disc disease - current status and trends [J]. *Zentralblatt fur Neurochirurgie*, 2008, 69 (3): 113-24.
- [6] Muheremu A, Niu X, Wu Z, et al. Comparison of the short- and long-term treatment effect of cervical disk replacement and anterior cervical disk fusion: a meta-analysis [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2015, 25 (Suppl 1): S87-100.
- [7] Omid-Kashani F, Ghayem Hasankhani E, Ghandehari R. Impact of age and duration of symptoms on surgical outcome of single-level microscopic anterior cervical discectomy and fusion in the pa-

- tients with cervical spondylotic radiculopathy [J]. *Neurosci J*, 2014, 2014 : 808596.
- [8] Jho HD, Kim MH, Kim WK. Anterior cervical microforaminotomy for spondylotic cervical myelopathy: part 2 [J]. *Neurosurgery*, 2002, 51 (5 Suppl) : S54-59.
- [9] Seifert V. Anterior decompressive microsurgery and osteosynthesis for the treatment of multi-segmental cervical spondylosis. Pathophysiological considerations, surgical indication, results and complications: a survey [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 1995, 135 (3-4) : 105-121.
- [10] Epstein N. The surgical management of ossification of the posterior longitudinal ligament in 51 patients [J]. *J Spinal Disord*, 1993, 6 (5) : 432-455.
- [11] Tani T, Ushida T, Ishida K, et al. Relative safety of anterior microsurgical decompression versus laminoplasty for cervical myelopathy with a massive ossified posterior longitudinal ligament [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2002, 27 (22) : 2491-2498.
- [12] 颜滨, 朴庆右, 肖建德, 等. 显微镜直视下经前路颈椎间盘切除及椎间融合术 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2007, 15 (5) : 334-336.
- [13] Riew KD, McCulloch JA, Delamarter RB, et al. Microsurgery for degenerative conditions of the cervical spine [J]. *Instr Course Lect*, 2003, 52 : 497-508.
- [14] Lee SH, Ahn Y, Lee JH. Laser-assisted anterior cervical corpectomy versus posterior laminoplasty for cervical myelopathic patients with multilevel ossification of the posterior longitudinal ligament [J]. *Photomed Laser Surg*, 2008, 26 (2) : 119-127.
- [15] Wang X, Chen D, Yuan W, et al. Anterior surgery in selective patients with massive ossification of posterior longitudinal ligament of cervical spine: technical note [J]. *Eur Spine J*, 2012, 21 (2) : 314-321.
- [16] Damodaran O, Lee J, Lee G. Microscope in modern spinal surgery: advantages, ergonomics and limitations [J]. *ANZ J Surg*, 2013, 83 (4) : 211-214.
- [17] Xu YX, Luo QS, Li YH, et al. Microscope assisted anterior cervical discectomy and fusion for the treatment of single segment cervical spondylotic myelopathy [J]. *Chin J Orthop Traumatol*, 2021, 34 (4) : 327-332.
- [18] Porchet F, Bartanusz V, Kleinstueck FS, et al. Microdiscectomy compared with standard discectomy: an old problem revisited with new outcome measures within the framework of a spine surgical registry [J]. *Eur Spine J*, 2009, 18 Suppl 3 (Suppl 3) : 360-366.
- [19] Higgins G, Philips J, Iqbal S, et al. Lumbar spine decompressive surgery: should use of microscope be compulsory [C]. London: proceedings of The British Editorial Society of Bone & Joint Surgery.
- [20] Adogwa O, Elsamadicy A, Reiser E, et al. Comparison of surgical outcomes after anterior cervical discectomy and fusion: does the intra-operative use of a microscope improve surgical outcomes [J]. *J Spine Surg*, 2016, 2 (1) : 25-30.
- [21] 林海淋, 刘文革, 陈奋勇, 等. 显微镜辅助前路手术治疗脊髓型颈椎病 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (7) : 601-605.
- [22] Peng D, Ma Y, Lei B. Clinical and radiological outcomes of anterior approach microscopic surgery for the pincer mechanism in cervical spondylotic myelopathy [J]. *Biomed Res Int*, 2019, 2019 : 9175234.
- [23] 张涛, 姜文学, 胡茂忠, 等. 显微外科技术经椎间隙减压融合治疗颈椎病 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2006, 14 (23) : 1769-1771.

(收稿:2022-01-01 修回:2022-08-09)

(同行评议专家: 杨建东 张 民 高远鹏)

(本文编辑: 郭秀婷)