

双节段 Bryan 人工颈椎椎间盘置换联合双节段融合治疗多节段颈椎椎间盘突出症: 5 年随访结果

丁 琛, 刘 浩, 胡 韬, 石 锐, 李 涛, 洪 瑛, 宋跃明, 刘立岷, 曾建成, 孔清泉

【摘要】 目的 观察采用相邻双节段 Bryan 人工颈椎椎间盘置换联合双节段植骨融合术治疗多节段颈椎椎间盘突出症的中远期临床效果, 并回顾置换联合融合手术 (hybrid surgery, HS) 的文献报道。**方法** 2004 年 12 月对 1 例 C₃/C₄/C₅/C₆/C₇ 椎间盘突出男性患者实施了 C₄/C₅/C₆ Bryan ACDR, C₃/C₄ 和 C₆/C₇ 椎间盘切除、椎体间钛网植骨、Zephir 钢板内固定术。分别于术前及术后 2 周、1 年、2 年、5 年完成 SF-36 生活质量量表、日本骨科学会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 评分 (17 分法)、颈椎功能障碍指数 (neck disability index, NDI)、颈部及上肢疼痛视觉模拟量表 (visual analogue scale, VAS) 评分; 术后各随访时点行影像学检查观察 Bryan 人工颈椎椎间盘位置、椎间活动度、钛网和钢板的位置及植骨融合情况。**结果** 术后 2 周、1 年、2 年随访上述各量表评分均反映临床效果良好, 但术后 5 年随访, 患者出现中等程度颈痛及双上肢麻木, 其远期临床效果有所下降。随访中影像学检查示 Bryan 假体及钛网钢板位置均良好, Bryan 假体活动度正常, 植骨融合良好。**结论** HS 手术治疗多节段颈椎椎间盘突出症的近中期临床效果良好, 远期临床效果尚可, 手术安全。该术式兼顾颈椎的活动度和稳定性, 为多节段颈椎椎间盘突出症的手术治疗提供了新的选择。

【关键词】 颈椎; 椎间盘移位; 人工关节; 关节成形术; 置换; 脊柱融合术

【中图分类号】 R 681.531 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1672-2957(2011)05-0288-05

【DOI】 doi:10.3969/j.issn.1672-2957.2011.05.008

Bi-level Bryan artificial disc replacement and nearby segment fusion in multi-level disc herniations: a 5-year follow-up study DING Chen*, LIU Hao, HU Tao, SHI Rui, LI Tao, HONG Ying, SONG Yue-ming, LIU Li-min, ZENG Jian-cheng, KONG Qing-quan. *Department of Orthopaedics, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan, China

【Abstract】 Objective To evaluate the mid- and long-term therapeutic effects of patient undergoing bi-level Bryan artificial cervical disc replacement (ACDR) combined with nearby segments fusion for multi-level disc herniations, and to review the literature about hybrid surgery (HS). **Methods** In December 2004, a 57-year-old male patient diagnosed with disc herniation at C₃/C₄/C₅/C₆/C₇ levels was treated. During the operation, the C₄/C₅/C₆ discs were replaced with 2 Bryan artificial discs while the C₃/C₄ and C₆/C₇ discs were removed, followed by the bone grafting and the Zephir instrumentation. Before the operation, and at 2 weeks, 1, 2 and 5 years after the operation, the clinical outcomes of the patient were evaluated by SF-36 score, Japanese Orthopaedic Association (JOA) score, neck disability index (NDI), and visual analogue scale (VAS). The location, stabilization and range of motion of implanted discs, the location of titanium mesh and Zephir plate, and bone graft fusion were studied and recorded by taking radiographs at each follow-up time point. **Results** There was no complication such as aggravation of nerve symptoms, cerebrospinal fluid leakage, hoarse voice and difficulty in swallow during follow-up. At 2 weeks after operation, SF-36 scores, JOA scores, NDI scores, and VAS scores of the neck and the upper limb were all improved. These good clinical outcomes were maintained during the first 2 years. But at 5-year follow-up, the patient suffered from moderate neck pain and anesthesia of both upper limbs. The location of artificial discs, titanium mesh and plate were perfect. The 2 discs functioned well and the nearby segments fused. **Conclusion** HS is safe, and its early- and mid-term clinical outcomes are excellent, but the long term results are only fairly good. HS can achieve definite stabilization and maintain ROM simultaneously, which provides an effective alternative for multi-level disc herniations.

【Key words】 Cervical vertebrae; Intervertebral disk displacement; Joint prosthesis; Arthroplasty, replacement; Spinal fusion

J Spinal Surg, 2011, 9(5):288-292

作者简介: 丁琛 (1984—), 博士在读, 医师

作者单位: 610041 成都, 四川大学华西医院骨科 (丁琛, 刘浩, 胡韬, 石锐, 李涛, 宋跃明, 刘立岷, 曾建成, 孔清泉); 四川大学华西医院手术室 (洪瑛)

通信作者: 刘浩 liuhao6304@163.com

近年来, 人工颈椎椎间盘置换术 (artificial cervical disc replacement, ACDR) 治疗颈椎椎间盘退变性疾病已在世界范围内得到广泛接受和使用。它能保

持置换节段的高度和活动度,降低相邻椎间盘内的应力,减少邻椎病的发生^[1-2]。文献[3-6]报道其应用于单节段及双节段 ACDR 的临床及影像学效果均良好。对于多节段颈椎椎间盘突出的患者,以前以颈椎前路减压、长节段椎间植骨融合为主要手术方法。但该术式会造成较大程度的颈椎运动功能丢失,严重影响患者的生活质量;且长节段融合更容易导致相邻节段椎间盘退变,融合难度及假关节形成率均增加^[7-9]。目前国内外对置换联合融合(hybrid surgery, HS)治疗该疾病的长期随访报道很少,特别是融合邻近节段人工椎间盘长期使用后的活动功能及磨损情况尚不清楚。本院于 2004 年 12 月在国内首次采用相邻双节段 Bryan ACDR 联合双节段植骨融合术治疗 1 例多节段颈椎椎间盘突出症患者,术后随访 5 年,现报告如下。

1 病例介绍

1.1 一般资料

患者男, 57 岁,因“右手麻木乏力, 左下肢行走不稳、感觉障碍 3 年多, 加重 2 个月”入院。入院前 3 年多患者反复出现右手麻木乏力, 左下肢麻木、行走时踩棉花感;入院前 2 个月上述症状加重, 且为持续性, 伴肢体活动障碍。于当地医院行颈椎 MRI 检查诊断为 C₃/C₄/C₅/C₆/C₇ 椎间盘突出。入院查体: 跛行步态, 脊柱四肢形态、活动正常。颈椎棘突、棘旁无压痛或叩痛, 颈椎无纵向叩击痛。右侧 C₄/C₅/C₆/C₇ 节段感觉减退, 右手握力 4 级, 左下肢感觉较右侧减弱, 左下肢肌力 4 级。四肢肌张力均正常。浅反射、腱反射正常。肛周感觉及反射正常。右侧 Hoffman 征阳性, 双侧 Babinski 征阴性。

患者术前影像学资料见图 1~5。正侧位 X 线

片示 C₄₋₇ 椎体钩椎关节增生变尖, C₄₋₆ 椎体前后缘骨赘形成。C₄/C₅ 及 C₅/C₆ 椎间隙终板有硬化且椎间高度部分丢失。CT 三维重建示 C₄₋₇ 椎体边缘唇样改变, C₃₋₅ 椎体后缘骨刺形成, C₄/C₅ 及 C₅/C₆ 关节突间隙变窄; C₃/C₄/C₅/C₆/C₇ 椎间盘突出, 未见骨性椎管狭窄。MRI 检查示 C₂/C₃ 及 C₆/C₇ 椎间盘轻度膨出, C₃/C₄/C₅ 椎间盘向正后方突出, 明显压迫硬脊膜囊且有脊髓变形, C₅/C₆ 椎间盘向后方突出, 压迫硬脊膜囊和右侧神经根, C₃/C₄/C₅/C₆ 3 处椎间盘突出处的椎管前后径均 < 1.0 cm, C₃/C₄/C₅/C₆/C₇ 4 个椎间盘 T2 加权相信号降低, 且相应平面颈髓 T2 加权相信号增高。入院诊断为 C₃/C₄/C₅/C₆/C₇ 椎间盘突出症, 入院后 1 周行 C₄/C₅/C₆ Bryan ACDR, C₃/C₄ 及 C₆/C₇ 椎间盘切除, 椎体间钛网植骨、Zephir 钢板内固定术。

1.2 手术方法

全麻下患者取仰卧位, 颈椎保持生理前凸并固定于中立位。常规 Smith-Robinson 入路暴露颈椎前部。术中透视确认病变椎间盘, 用尖刀和刮匙切除 C₅/C₆ 椎间盘, 用球形磨钻去除相邻终板前缘骨赘。椎间隙撑开, 确定椎体前缘横向中点并标记, 将矢状位楔形定位器的弧面中心对准横向中心点插入椎间隙以确定打磨中心。再将双通道打磨导向器安放合适并固定。确定假体直径后选择配套的磨头, 分别精确打磨上、下椎体终板至成形。彻底去除残留的椎间盘组织、后纵韧带、椎体后缘骨赘, 并摘除掉入椎管的髓核组织, 将双侧神经根管扩大, 使颈髓彻底减压, 减压后见硬膜囊充盈好, 搏动可。安置相应规格的 Bryan 人工颈椎椎间盘。同法置换 C₄/C₅ 椎间盘。取左侧髂骨松质骨备用, 切除 C₃/C₄ 椎间盘, 直达后纵韧带, 切除骨赘彻底减压椎管, 钛网植骨



a: 正位 b: 侧位
a: Anteroposterior b: Lateral

图 1 术前 X 线片 图 2 术前矢状面 CT 三维重建 图 3 术前矢状面 MRI

Fig. 1 Preoperative reontgenographs Fig. 2 Preoperative sagittal 3D CT reconstruction Fig. 3 Preoperative sagittal MRI

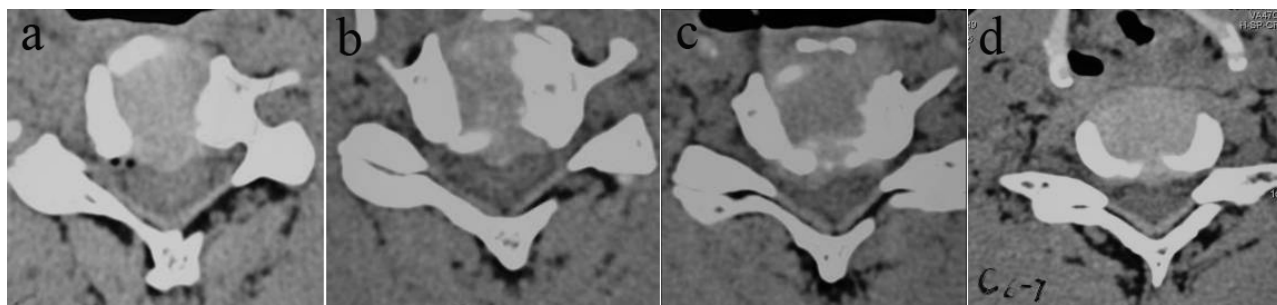
a: C₃/C₄ b: C₄/C₅ c: C₅/C₆ d: C₆/C₇

图 4 术前冠状面 CT 三维重建

Fig. 4 Preoperative coronal plane 3D CT reconstruction

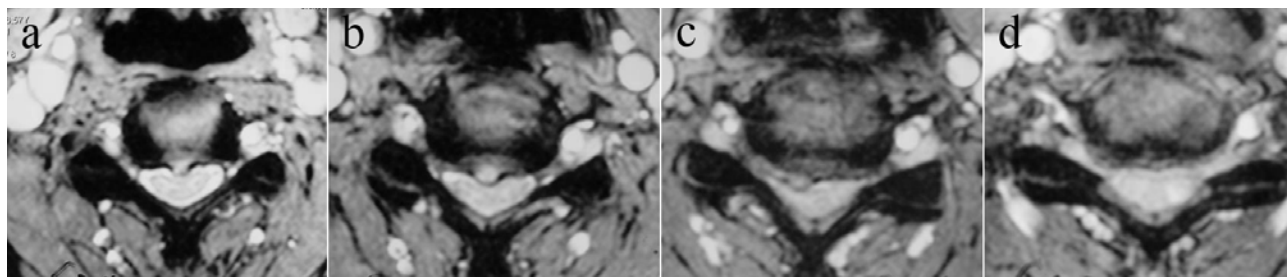
a: C₃/C₄ b: C₄/C₅ c: C₅/C₆ d: C₆/C₇

图 5 术前冠状面 MRI

Fig. 5 Preoperative coronal plane MRI

于 C₃/C₄ 椎间隙, 用 Zephir 钢板固定。同法融合 C₆/C₇ 椎体。C 形臂 X 线机透视人工椎间盘及钢板螺钉位置均良好。庆大霉素盐水冲洗切口后缝合椎前肌肉, 创腔内放置 1 条引流管, 逐层缝合切口。

术后 1 d 拔除引流管, 2 d 开始下床活动, 在医生指导下做颈椎屈伸、左右侧偏及左右旋转运动, 并逐渐增加活动范围。同时开始服用西乐葆, 每次 200 mg, 每天 2 次, 共 2 周。颈椎活动 3 周后带支具限制颈部活动。

1.3 随访指标

术前及术后 2 周、1 年、2 年、5 年分别采用 SF-36 生活质量量表评分、日本骨科学会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 评分^[10]、颈椎障碍指数 (neck disability index, NDI) 评分^[11]、颈部和上肢疼痛视觉模拟量表 (visual analogue scale, VAS) 评分^[12] 对患者进行评估; 术后各随访点行 X 线等影像学检查观察 Bryan 人工颈椎间盘位置、活动度、钛网和钢板的位置及植骨融合情况。

2 结 果

手术时间为 400 min, 术中出血量为 650 mL, 术中输血量 400 mL, 术后切口 I 期愈合, 未出现声嘶、吞咽困难、脑脊液漏及神经血管并发症。术后患者颈椎活动时无疼痛, 肢体麻木乏力和行走时踩棉

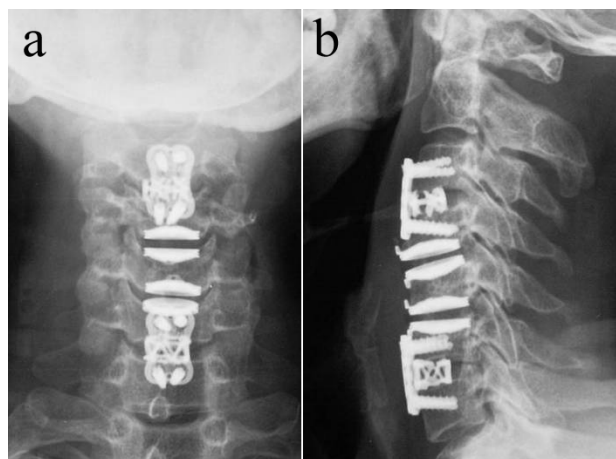
花感等症状缓解。术后 2 周查体: 右侧 C₄/C₅/C₆/C₇ 节段感觉仍减退, 右手和左下肢肌力较术前有所恢复, 均达到 4 ~ 5 级, 双侧 Hoffman 征阴性, 双侧 Babinski 征阴性。术后 2 周时 SF-36 躯体评分由术前的 22 分提高到 46 分, 心理评分由术前的 36 分提高到 53 分, JOA 评分由术前的 9 分提高到 12 分, NDI 评分由术前的 41 分下降到 22 分, 颈部 VAS 评分由术前的 1.0 分下降到 0.5 分, 上肢 VAS 评分由术前的 2.5 分下降到 1.2 分。1 年及 2 年随访时, 各量表评分均维持在较好的水平, 但 5 年随访时患者出现中等程度颈痛及双上肢麻木, 其远期临床效果有所下降 (见表 1)。术后 2 周 X 线片示人工椎间盘、钛网和钢板螺钉等位置良好, 颈椎活动时固定物稳定 (见图 6)。术后 5 年随访, X 线片示颈椎生理曲度存在, 人工椎间盘位置良好, 无沉降、移位或脱出, 置换节段无异位骨化或自发性融合, 上位和下位假体的屈伸活动度分别为 8.58° 和 6.17°, C₂₋₇ 屈伸活动度为 30.07°; 融合节段置入钛网位置良好, 无松动、沉降 (见图 7)。

3 讨 论

近年来, 颈前路减压植骨融合术 (anterior cervical discectomy and fusion, ACDF) 的远期并发症邻椎病成为了研究的热点。生物力学研究发现, 融合术

表 1 手术前后 SF-36、JOA、NDI、VAS 评分
Tab. 1 Pre- and post-operative SF-36, JOA, NDI and VAS scores

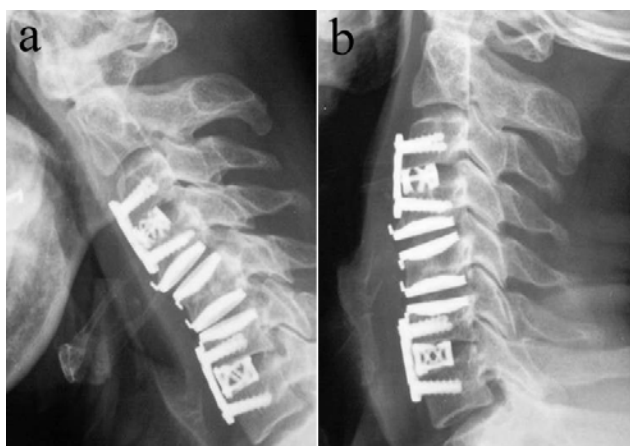
时间 Time	SF-36 评分 SF-36 scores		JOA 评分 JOA score	NDI 评分 NDI score	VAS 评分 VAS scores	
	躯体 Physical	心理 Mental			颈痛 Neck pain	上肢痛 Arm pain
术前 Preoperative	22	36	9	41	1.0	2.5
术后 2 周 Postoperative 2 week	46	53	12	22	0.5	1.2
术后 1 年 Postoperative 1 year	51	58	13	9	0.5	0.8
术后 2 年 Postoperative 2 year	51	54	13	9	0.8	1.5
术后 5 年 Postoperative 5 year	36	43	11	24	4.5	3.6



a: 正位 b: 侧位
a: Anteroposterior b: Lateral

图 6 术后 2 周 X 线片

Fig. 6 Postoperative 2 weeks reontgenographs



a: 过伸位 b: 过屈位
a: Hyperextension b: Flexion

图 7 术后 5 年 X 线片

Fig. 7 Postoperative 5 years reontgenographs

后邻近节段椎间盘的应力和活动度均代偿性增加。Dmitriev 等^[13]报告融合术后相邻上位和下位椎间盘屈伸活动时应力分别增加 48% 和 125% ; Eck 等^[14]的研究发现融合术后相邻节段应力及活动度均增加。目前关于邻近节段退变被引用最多的是 Hilibrand 等^[15]的大样本、长期随访研究,其回顾分析了 374 例行 ACDF 的患者,随访中 55 例出现相邻节段退变的临床症状或影像学表现,平均每年发生率为 2.9% ,术后 5 年和 10 年的发生率为 11.2% 和 19.2% 。多节段颈椎椎间盘突出症患者以往多行前路减压后长节段植骨融合术,术后颈椎活动度丢失及并发症问题更加突出。有研究表明融合节段越多,对相邻节段椎间盘的影响越大。Park 等^[7]报告双节段融合后相邻椎间盘内的代偿性应力增加显著大于单节段融合,而且随着固定融合节段的增加,融合难度及假关节形成概率均增加。Brodke 等^[8]研究发现单节段 ACDF 的融合率高达 97% ,而 3 个节段 ACDF 融合率下降到 83% 。Swank 等^[9]发现假关节形成概率单节段为 10% ,双节段为 44% ,3 个节段为 54% 。目前 ACDF 的安全性、有效性已在世界范围内被大多数脊柱外科医生所认同。它能维持置换节段的高度和活动度,降低相邻椎间盘内的应力,减少邻椎病的发生。文献 [3-6, 16-18] 报道单节段及双节段 ACDF 的近期、中期临床及影像学效果均良好。但目前多节段 ACDF 的生物力学效应尚不清楚,其临床效果尚未得到前瞻性对照研究证实,且存在置入难度增加、假体相关并发症增多、置入节段活动过度及手术费用过高等问题。因此 HS 就成为多节段颈椎椎间盘突出症手术治疗的一种新选择。

Shin 等^[19]报道了 1 项前瞻性对照研究,20 例相邻双节段颈椎椎间盘退变性疾病的患者接受 HS 手术,年龄和性别构成相似的另外 20 例患者接受双节段 ACDF,比较 2 组患者的临床和影像学效果。结果示术后 1 年及 2 年随访时 HS 组 NDI 评分结果优于双节段 ACDF 组,术后 1 个月及 1 年随访时 HS 组颈部 VAS 评分结果更佳,2 组对上肢疼痛的缓解作用差异无统计学意义;HS 组 C₂₋₇ 活动度能恢复到术前水平且恢复速度更快,双节段 ACDF 组 C₂₋₇ 活动度不能恢复到术前水平;下位相邻椎间盘的活动度双节段 ACDF 组显著大于 HS 组。Barbagallo 等^[20]报道了 24 例行 HS 的患者平均随访 23.8 个月的临床和影像学结果,其中 15 例为 2 个节段接受 HS,7 例为 3 个节段,2 例为 4 个节段。结果示该研究患者的神经查体、Nurick 评分、NDI 评分、SF-36 评分均显著改善,人工椎间盘活动度为 3° ~ 15°,所有融合节段都得到骨性融合。该文献提出了每个节段根据其各自情况选择置换或融合手术的标准:单纯性软性椎间盘突出选择 ACDF;颈椎椎间盘退变性

疾病若该节段活动度 $>3^\circ$ 且无双侧钩椎关节及关节突关节退变, 选择 ACDR; 该节段活动度 $>3^\circ$ 但椎间高度明显丢失, 出现了小关节退变, 选择 ACDF; 该节段活动度 $>3^\circ$ 但需打磨较多骨赘及终板骨质, 选择 ACDF; 该节段活动度 $<3^\circ$, 选择 ACDR。

本例患者术后症状、体征明显好转, SF-36 评分、JOA 评分、NDI 评分、颈部和上肢疼痛 VAS 评分均显著改善, 近中期临床效果良好^[21]; 5 年随访时患者出现了中等程度颈痛及双上肢麻木, 但无其他症状体征, 临床效果尚可。考虑可能原因如下: 首先, 该患者术前病程长、颈椎退变程度重, 术前可能已经出现了脊髓神经细胞受压变性。其次, 为较好的保留颈椎的生理功能同时顾及患者的医疗费用限制, 故确定置换 $C_4/C_5/C_6$, 但手术前 $C_4/C_5/C_6$ 节段已经出现的椎间高度丢失、椎体前缘骨赘、终板硬化、关节突关节间隙变窄等退变征象, 已经塌陷的这 2 个间隙被过度撑开及赋予活动度, 可能是远期出现轴向颈痛的主要原因。

行相邻节段 HS 后, 置换节段人工椎间盘承受的应力不可避免有所增加, 可能会导致置入的假体活动度丢失或磨损加重。但笔者认为 Bryan 假体是一种非限制性假体, 理论上能够承受较高的应力且保持较好的活动度。Sekhon 等^[22]报道了 1 组既往行颈前路减压植骨融合的患者, 融合邻近节段椎间盘退变再次导致临床症状, 对退变的责任椎间盘实施了 Bryan ACDR, 随访后发现置入的假体位置及活动度良好, 未发现松动脱出。国内任先军等^[23]报道采用 Bryan ACDR 联合邻近节段 Cage 融合治疗双节段颈椎椎间盘突出症 13 例, 术后平均随访 19 个月, 置换节段术前平均活动度为 7.4° , 而末次随访时为 9.5° 。本例患者术后随访 5 年, 上下 2 个假体的屈伸活动度分别为 8.58° 和 6.17° , 且没有观察到假体磨损的征象。

综上所述, HS 为多节段颈椎椎间盘突出症的手术治疗提供了一种新的选择, 患者的每一个病变节段该做置换或者融合应考虑到多种因素, 并做出正确的选择。但 HS 的临床效果、融合邻近节段假体长期使用后的活动功能及磨损情况仍需长期随访研究。

参考文献

- [1] DiAngelo DJ, Robertson JT, Metcalf NH, et al. Biomechanical testing of an artificial cervical joint and an anterior cervical plate [J]. J Spinal Disord Tech, 2003, 16(4): 314-323.
- [2] Pickett GE, Rouleau JP, Duggal N. Kinematic analysis of the cervical spine following implantation of an artificial cervical disc [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2005, 30(17): 1949-1954.
- [3] Goffin J, Casey A, Kehr P, et al. Preliminary clinical experience with the Bryan Cervical Disc Prosthesis [J]. Neurosurgery, 2002, 51(3): 840-845.
- [4] Sasso RC, Smucker JD, Hacker RJ, et al. Artificial disc versus fusion: a prospective, randomized study with 2-year follow-up on 99 patients [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(26):

2933-2940.

- [5] Pimenta L, McAfee PC, Cappuccino A, et al. Superiority of multilevel cervical arthroplasty outcomes versus single-level outcomes: 229 consecutive PCM prostheses [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(12): 1337-1344.
- [6] 于森, 孙宇, 刘忠军, 等. 相邻双节段颈椎人工椎间盘置换术疗效的初步观察 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(1): 34-38.
- [7] Park DH, Ramakrishnan P, Cho TH, et al. Effect of lower two-level anterior cervical fusion on the superior adjacent level [J]. J Neurosurg Spine, 2007, 7(3): 336-340.
- [8] Brodke DS, Zdeblick TA. Modified Smith-Robinson procedure for anterior cervical discectomy and fusion [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1992, 17(10 Suppl): S427-430.
- [9] Swank ML, Lowery GL, Bhat AL, et al. Anterior cervical allograft arthrodesis and instrumentation: multilevel interbody grafting or strut graft reconstruction [J]. Eur Spine J, 1997, 6(2): 138-143.
- [10] 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.
- [11] Vernon H, Mior S. The Neck Disability Index: a study of reliability and validity [J]. J Manipulative Physiol Ther. 1991; 14(7): 409-15.
- [12] Huskisson EC. Measurement of pain [J]. Lancet, 1974, 2(7889): 1127-1131.
- [13] Dmitriev AE, Cunningham BW, Hu N, et al. Adjacent level intradiscal pressure and segmental kinematics following a cervical total disc arthroplasty: an in vitro human cadaveric model [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2005, 30(10): 1165-1172.
- [14] 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.
- [15] Hilibrand AS, Carlson GD, Palumbo MA, et al. Radiculopathy and myelopathy at segments adjacent to the site of a previous anterior cervical arthrodesis [J]. J Bone Joint Surg Am, 1999, 81(4): 519-528.
- [16] Bryan VE Jr. Cervical motion segment replacement [J]. Eur Spine J, 2002, 11 (Suppl 2): S92-97.
- [17] 何达, 韩晓, 刘波, 等. 颈椎人工椎间盘置换对相邻节段的影响: 3 年随访结果 [J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2008, 12(26): 5033-5037.
- [18] Heller JG, Sasso RC, Papadopoulos SM, et al. Comparison of Bryan cervical disc arthroplasty with anterior cervical decompression and fusion: clinical and radiographic results of a randomized, controlled, clinical trial [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2009, 34(2): 101-107.
- [19] Shin DA, Yi S, Yoon do H, et al. Artificial disc replacement combined with fusion versus two-level fusion in cervical two-level disease [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2009, 34(11): 1153-1159.
- [20] Barbagallo GM, Assietti R, Corbino L, et al. Early results and review of the literature of a novel hybrid surgical technique combining cervical arthrodesis and disc arthroplasty for treating multilevel degenerative disc disease: opposite or complementary techniques? [J]. Eur Spine J, 2009, 18 (Suppl 1): 29-39.
- [21] 刘浩, 刘熹, 石锐, 等. 双节段人工椎间盘置换加融合在双节段颈椎间盘突出症的应用 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2006, 20(4): 383-386.
- [22] Sekhon LH, Sears W, Duggal N. Cervical arthroplasty after previous surgery: results of treating 24 discs in 15 patients [J]. J Neurosurg Spine, 2005, 3(5): 335-341.
- [23] 任先军, 王卫东, 初同伟, 等. 椎间盘置换联合邻近节段 cage 融合治疗双节段颈椎间盘突出症的近期疗效 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(11): 840-844.

(收稿日期: 2011-09-23)

(本文编辑 于倩)