

颈椎人工椎间盘置换术的研究进展

王 方, 吴继功, 邹德威, 马华松

(解放军 306 医院脊柱外科中心 100101 北京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2011.06.20

中图分类号: R681.5, R318.1 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2011)-06-0519-04

颈椎前路融合内固定术(ACDF)是治疗颈椎退变性疾病常用方法,在临床症状改善方面取得了很好的效果,但是,坚强固定和脊柱融合后存在诸多并发症,如继发邻近节段退变,导致症状复发甚至需要再次手术治疗^[1]。近年来,外科手术治疗的观念逐渐转移到非融合技术上,应用人工椎间盘替代退变的椎间盘以求恢复椎间盘的解剖和功能,即颈椎人工椎间盘置换术(cervical disc replacement, CDR)应运而生。目前,CDR 在临床上应用较为广泛,现就其相关问题综述如下。

1 颈椎人工椎间盘的类型

按照界面不同人工颈椎间盘可以分为:(1)金属对金属假体,如 CerviCore、Bristol 和 Prestige 假体;(2)金属对聚合物假体,如 Bryan 假体、ProDisc-C 假体和 Porous Coated Motion(PCM)假体^[2]。前者有较强的抗磨损性,后者吸收震荡的能力较强。目前在我国常用的颈椎人工椎间盘假体包括 Prestige 假体、Bryan 假体、ProDisc-C 假体和 PCM 假体等。Prestige I 是由两片不锈钢构件组成的假体,形成一个金属-金属的球窝型球槽关节,两片不锈钢构件通过螺钉固定在置换椎间隙上下的椎体前面。Prestige II 在终板设计上进行了改进,Prestige STLP 假体则由钛合金和陶瓷制成,Prestige ST 进一步修正了 Prestige STLP 假体与椎板的固定滑轨。Bryan 假体由 2 个钛合金外壳和介于其间的聚氨酯髓核构成,上、下金属壳与核之间产生类似于颈椎正常活动范围,假体上下终板接触面有钛微孔喷涂层,聚亚胺酯胡桃环围绕核心,用钛金属丝连接到外壳上,形成紧密结合。ProDisc-C 假体也是由金属与聚乙烯制成的有 2 个金属翼的球窝状结构的假体,通过 2 个矢状方向的棘与相邻椎体接合,头侧是一个凹陷的组件,通过聚乙烯内衬与尾侧的组件相结合。PCM 与 Bryan 假体一样也是由聚乙烯和塑料结合制成的人工颈椎间盘,超薄钛合金表面有磷酸钙喷涂形成密集内向表面微孔涂层,有与上下终板面积及穹隆形状密切贴合的解剖学外形及成比例的系列尺寸,可根据术中减压后缺损的试模测量结果选择最佳尺寸假体置入。

2 颈椎人工椎间盘的生物力学特点

颈椎的生物力学比较复杂,其由三关节复合体(椎间盘和两个侧面小关节)形成一个半限制系统,既可保证正常生理活动,又可避免过度屈伸活动。假体按照生物力学特点可分为非限制型假体(Bryan)、半限制型假体(Prestige、PCM、Prodisc-C)和限制型假体。半限制型假体保证正常生理活动,非限制型假体活动度超过正常生理活动范围,限制型假体则小于正常范围。Cunningham 等^[3]发现非限制型和半限制型假体提供了与正常颈椎活动基本一致的可移动的瞬时旋转轴,对于置入的位置要求相对较低,但是会使平面小关节承受更大的剪切力和旋转负荷;对于限制性假体临床上还没有报道,Cunningham 认为限制性假体应该具有固定的旋转中心,对于关节面的剪切应力会降到最低,然而对置入的要求较高,需要精确地置入到相应的解剖位置。假体的旋转轴心如果和正常颈椎的旋转轴心不一致,就会使小关节面受到异常应力的破坏^[4]。

目前对颈椎人工椎间盘的生物力学研究主要集中在对相邻节段的影响以及能否重建颈椎生理曲度上。Dmitriev 等^[5]与 Phillips 等^[6]进行了 CDR 与 ACDF 的体外对比实验,发现 CDR 组与 ACDF 组相比,相邻节段的应力明显下降,没有增加相邻节段活动度。体外实验为 CDR 可以减少相邻节段退变(ALD)的发生率提供了理论依据,这一理论在临床研究方面也得到了证实^[7-9]。不同的假体对生理前凸改善的效果不同,于森等^[10]对行相邻双节段颈椎人工椎间盘置换术的 23 例患者研究发现,术前颈椎曲度不良的患者使用 Bryan 人工椎间盘置换后局部后凸加重,而使用 Prodisc-C 者得到改善,说明 Prodisc-C 颈椎人工椎间盘对曲度不良患者有一定的矫正作用。Park 等^[4]对 272 例患者行 PCM 假体 CDR 术,术后患者能够保持颈椎前凸角度。Bryan 属于非限制型假体,而 PCM、Prodisc-C 属于半限制型假体,限制型假体在改善后凸方面是否优于非限制型假体还需要进一步研究。

3 颈椎人工椎间盘置换的适应证与禁忌证

目前比较公认的适应证为:退行性颈椎病引起的神经根型或脊髓型颈椎病,或者神经症状由 C3~T1 之间的 1~2 个颈椎间盘退变引起的疾病,且有影像学证据证实有髓核突出(MRI、CT、脊髓造影术)、颈椎强直、椎间盘高度

丢失 $<4\text{mm}$,保守治疗 6 周以上无效,年龄在 20~70 岁,没有手术相关禁忌证^[11-19]。禁忌证包括进展性颈椎强直性疾病、未得到控制的感染、金属过敏、严重节段性失稳、多节段病变、严重小关节病变、严重骨质疏松症、骨质缺损、骨软化、颈椎肿瘤转移、小关节肥大导致的椎管狭窄、椎间盘高度丢失大于 50%,或者活动度丢失 $<3^\circ$ 等^[11-19]。Kang 等^[15]对 41 例颈椎病患者 CDR 术后随访 2 年发现,术后颈椎活动度与术前椎间隙高度及术后椎间高度的增加量呈正相关。Auerbach 等^[10]研究发现术前椎间隙高度丢失大于 50%则会严重影响术后疗效。Peng 等^[17]进一步研究量化,发现术前椎间隙高度丢失不超过 4mm 适合 CDR,术前椎间隙高度在 5~7mm 的患者术后颈椎活动度最大,因此,术前评估椎间隙高度可以预测术后疗效。Kim 等^[18]对 105 例颈椎病患者研究发现,CDR 术后颈椎活动度与术前颈椎活动度有直接关系($P<0.001$, $r=0.9062$),术后置换节段活动度与术前置换节段活动度及假体插入角度相关($P=0.097$),也就是说术前置换节段活动度对术后置换节段活动度有影响。Barbagallo 等^[19]的研究进一步证实颈椎置换节段术前屈伸活动度大于 3° 适合行 CDR,小于 3° 适合行 ACDF,说明术前评估全颈椎及置换节段活动度(ROM)的重要性。目前几乎所有的研究都是针对 1~2 个节段置换,个别学者对 3~4 节段置换进行了尝试。Cardoso 等^[20]对 119 例颈椎病患者(神经根型和脊髓型)行 Prestige ST 假体置换,其中 24 例行 3~4 个节段 CDR,随访 12 个月,多节段 CDR 术后神经功能恢复良好。虽然初步报道的多节段 CDR 疗效良好,但是对于 3 个及 3 个以上节段行 CDR 手术还是应该慎重。

4 颈椎人工椎间盘置换术的疗效

2 年以内的短期随访结果显示,CDR 在术后症状改善方面与 ACDF 难分优劣,但在保留脊柱运动功能上,CDR 优势明显^[21]。近年来 2 年以上中长期随访的文献逐渐增多。Ren 等^[22]对 45 例行 Bryan 假体置换的患者随访 2~5 年,JOA 评分从术前平均 10.2 分升到术后平均 15.4 分,颈椎功能障碍指数(neck disability index,NDI)评分从 43.5 分改善到 28.4 分,优良率达到 89.8%,术后置换节段平均活动度为 9.3° 。说明 CDR 术后不但症状改善,还能长久保留令人满意的颈椎活动度。Goffin 等^[7]对 98 例行 CDR(Bryan 假体)的颈椎病患者术后 4~6 年的随访也发现,在健康调查评分(SF-36)、NDI、颈椎及上肢疼痛比例、Odom 评分及置换节段活动度方面,4~6 年的随访与 1~2 年一样满意,术后 4 年及 6 年置换节段活动度分别为 7.3° 和 7.7° 。

CDR 术后疗效明显,但是与 ACDF 相比是否更加优异?Burkus 等^[8]对 541 例患者分两组进行 CDR(Prestige 假体)和 ACDF 的随机控制对比试验(RCT),随访 5 年,两组 NDI 评分在 24 个月时无差别,在 36 个月及 60 个月时则出现差别,CDR 组 NDI 评分改善率更高;在神经功能恢复

方面,CDR 组在 24、36 及 60 个月时的优良率分别为 91.6%、92.8%及 95%,高于 ACDF 组的 83.6%、83.2%及 88.9%;在活动度方面,CDR 组保持了置换节段活动度,术后 36 个月及 60 个月置换节段活动度分别为 7.3° 及 6.5° ,ACDF 组则丧失了手术节段活动度。Garrido 等^[23]对 47 例颈椎病患者随机分为 CDR 组和 ACDF 组手术治疗,对两组患者术前、术后 NDI、VAS 及 SF-36 评分进行 t 检验,发现 CDR 组比 ACDF 组有更好的表现。是否随着随访时间的延长,CDR 在疗效方面优势更加明显,有待更新的研究。另外,Mummaneni 等^[21]对 541 例患者分两组进行研究,经过 1~2 年随访,Prestige ST 组和 ACDF 组恢复工作的平均时间分别为 45d 和 61d,有显著性差异($P=0.022$),说明 CDR 术后患者能更早恢复正常工作和生活。

5 颈椎人工椎间盘置换术的并发症

CDR 手术入路与 ACDF 相同,故 CDR 术后会出现与 ACDF 一样的与手术技术有关的并发症,如术后血肿、吞咽困难、发音困难等;还会出现 CDR 特有的与假体有关的并发症,如假体移位、松动等^[24-25];而相邻节段的退变(adjacent level degeneration,ALD)、异位骨化(heterotopic ossification,HO)和后凸畸形发生率相对较高是临床医生关注的焦点。

5.1 ALD

Goffin 等报道^[26]颈椎融合手术术后 5 年 ALD 发生率高达 92%,在非手术治疗无效后约 6%需要手术,同时,相邻节段的退变也会引起颈椎运动功能的损害。CDR 作为非融合手术是否可以避免 ALD?Goffin 等^[7]对 98 例颈椎病患者行 CDR(Bryan 假体)或 ACDF 术后 4~6 年的随访显示,CDR 组 ALD 发生率为 4.1%,低于 ACDF 组(6.1%)。Burkus 等^[8]对 541 例患者分组行 CDR(Prestige 假体)和 ACDF,随访 5 年,ACDF 组相邻节段退变发生率为 4.9%,CDR 组为 2.9%;ALD 导致的再手术率 ACDF 组为 10.2%,CDR 组为 5.6%。Grob 等^[9]通过 2 年大规模临床随机控制试验也证实 CDR 术后 ALD 导致的再次手术率(3.3%)比 ACDF 组(5.1%)低。但以上数据均没有统计学差异,是否 CDR 比 ACDF 在避免相邻节段的退变方面更有优势还需要更有说服力的研究。

5.2 假体周围 HO

CDR 术后 HO 的发生不可避免,而且比预想的要高。Yi 等^[27]对 170 例 CDR 患者术后随访 2~3 年,发现使用不同假体 HO 发生率不同:Bryan 假体 21.0%,Mobi-C 假体 52.5%,ProDisc-C 假体 71.4%。Suchomel 等^[28]从 2005~2008 年对 54 例颈椎病患者行单节段 Bryan 假体置换,随访 2~3 年,HO 发生率第 1 年为 3.7%(2/54),第 2 年为 16.7%(9/54),第 3 年为 22.2%(12/54),有逐年增高趋势。McAfee 等^[29]通过影像学上表现将 HO 分成 5 个级别(0~4 级),发现 HO 的严重程度与术后颈椎运动功能的减退有很大关系。Leung 等^[30]对 90 例行颈椎 CDR 的患者术后随访 12 个

月, 16 例(17.8%)出现异位骨化, 出现 HO 的患者中有 10 例(62.5%)颈椎屈伸功能受限(小于 2°), HO 患者屈伸受限的比率远高于未发生 HO 的患者。Hrabálek 等^[31]随访 ProDisc-C 置换 3~4 年的患者, 发现重度 HO(3~4 级)比轻中度 HO(0~2 级)活动受限更严重。Quan 等^[32]对 27 例患者进行了 8 年随访, 有 13 例出现 HO(48%), 在 6 例行双节段置换的患者中 5 例出现 HO(87.5%), 双节段 CDR 比单节段 HO 发生率更高。HO 发生原因可能与术中对颈长肌及周围软组织的牵拉损伤及打磨过程中骨微粒在伤口的残留有关, 术中应减少对颈长肌牵拉的时间, 在打磨过程中用生理盐水反复冲洗伤口, 术后 2 个月常规给予非甾体类药物以预防 HO 发生^[33]。

5.3 颈椎后凸畸形

颈椎存在正常的生理前凸, 颈椎病患者常出现颈椎曲度变直甚至后凸畸形。Katsuura 等^[34]对 42 例行前路融合术的颈椎病患者随访 9.8 年, 13 例患者出现局部后凸, 其中 10 例出现相邻节段退变($P < 0.05$), 提示颈椎后凸畸形可以加速颈椎退变。还有文献报道后凸畸形与术后轴性症状(axial symptom, AS)、相邻节段退变和颈椎不稳定密切相关, 所以对颈椎病患者手术维持或重建颈椎生理前凸至关重要^[6]。Kim 等^[35]报道了 52 例患者行 71 个 Bryan 人工椎间盘置换, 平均随访 29 个月, 置换节段后凸发生率 15.6%, 全颈椎后凸发生率 14.3%。这是由于 Bryan 颈椎人工椎间盘属于固定高度的半限制型双关节面假体, 具有可压缩性, 术后易出现局部后凸。Anakwenze 等^[36]对 CDR(ProDisc-C)及 ACDF 手术前后颈椎前凸角进行了多中心随机前瞻性对比, 随访 2 年发现, CDR 和 ACDF 手术后前凸角在置换节段、头侧相邻节段及全颈椎均有增加, 说明使用 ProDisc-C 假体和 ACDF 术一样对重建矢状面平衡有一定作用。另外, 不同的假体对生理前凸改善效果不同, 故在术前应评估患者颈椎曲度, 参考生物力学研究, 选择合适的颈椎人工椎间盘假体, 不对症状相对严重的颈椎后凸的患者进行颈椎人工椎间盘置换, 是比较好的选择。

总之, 对于治疗退行性颈椎病, CDR 作为一种新的技术, 与 ACDF 比较在早期疗效方面相似, 但在减少相邻手术节段退变方面, CDR 可能更有优势。但随着应用时间的延长, 置换节段的活动度是否可以保持、HO 导致的自发性融合的发生率是否会大幅提高、人工椎间盘的置入能否对重建颈椎矢状面平衡起到积极作用、人工颈椎间盘能否有效防止相邻节段的退变等, 仍是值得关注的问题。

6 参考文献

- Fountas KN, Kapsalaki EZ, Nikolalakis LG, et al. Anterior cervical discectomy and fusion associated complications[J]. Spine, 2007, 32(21): 2310-2317.
- Jaramillo-de la Torre JJ, Grauer JN, Yue JJ. Update on cervical disc arthroplasty: where are we and where are we going [J]? Curr Rev Musculoskelet Med, 2008, 1(2): 124-130.
- Cunningham BW, Dmitriev AE, Hu N, et al. General principles of total disc replacement arthroplasty: seventeen cases in a nonhuman primate model [J]. Spine, 2003, 28 (20 Suppl): 118-124.
- Park DK, Lin EL, Phillips FM. Index and adjacent level kinematics after cervical disc replacement and anterior fusion: in vivo quantitative radiographic analysis [J]. Spine, 2011, 36(9): 721-730.
- 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, 2005, 30(10): 1165-1172.
- Phillips FM, Tzermiadianos MN, Voronov LI, et al. Effect of two-level total disc replacement on cervical spine kinematics [J]. Spine, 2009, 34(22): 794-799.
- Goffin J, van Loon J, Van Calenbergh F, et al. A clinical analysis of 4- and 6-year follow-up results after cervical disc replacement surgery using the Bryan cervical disc prosthesis [J]. J Neurosurg Spine, 2010, 12(3): 261-269.
- Burkus JK, Haid RW, Traynelis VC. Long-term clinical and radiographic outcomes of cervical disc replacement with the Prestige disc: results from a prospective randomized controlled clinical trial [J]. J Neurosurg Spine, 2010, 13(3): 308-318.
- Grob D, Porchet F, Kleinstuck FS, et al. A comparison of outcomes of cervical disc arthroplasty and fusion in everyday clinical practice: surgical and methodological aspects [J]. Eur Spine J, 2010, 19(2): 297-306.
- 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.
- Mehren C, Mayer HM. Artificial cervical disc replacement: an update [J]. Neurol India, 2005, 53(4): 440-444.
- Nabhan A, Ahlhelm F, Shariat K, et al. The ProDisc-C prosthesis clinical and radiological experience 1 year after surgery [J]. Spine, 2007, 32(8): 1935-1941.
- McAfee PC. The indications for lumbar and cervical disc replacement [J]. Spine J, 2004, 4(6 Suppl): 177-181.
- Mununaneni PV, Robinson JC, Jr Haid RW. Cervical arthroplasty with the Prestige LP cervical disc [J]. Neurosurgery, 2007, 60(4 Suppl 2): 310-314.
- Kang KC, Lee CS, Han JH, et al. The factors that influence the postoperative segmental range of motion after cervical artificial disc replacement [J]. Spine J, 2010, 10(8): 689-696.
- Auerbach JD, Jones KJ, Frasca CI, et al. The prevalence of indications and contraindications to cervical total disc replacement [J]. Spine J, 2008, 8(5): 711-716.
- Peng CW, Quimora M, Bendo JA, et al. Effect of intervertebral disc height on postoperative motion and clinical outcomes after ProDisc-C cervical disc replacement [J]. Spine J, 2009, 9(7): 551-555.
- Kim SW, Paik SH, Castro PA, et al. Analysis of factors that may influence range of motion after cervical disc arthroplasty

- [J].Spine J, 2010, 10(8):683-688.
19. 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 (1):29-39.
 20. Cardoso MJ, Rosner MK. Multilevel cervical arthroplasty with artificial disc replacement [J]. Neurosurg Focus, 2010, 28(5): E19.
 21. Mummaneni PV, Burkus JK, Haid RW, et al. Clinical and radiographic analysis of cervical disc arthroplasty compared with allograft fusion; a randomized controlled clinical trial [J]. J Neurosurg Spine, 2007, 6(3):198-209.
 22. Ren X, Wang W, Chu T, et al. The intermediate clinical outcome and its limitations of Bryan cervical arthroplasty for treatment of cervical disc herniation [J]. J Spinal Disord Tech, 2010, 67(3):679-687.
 23. Garrido BJ, Taha TA, Sasso RC. Clinical outcomes of Bryan cervical disc arthroplasty a prospective, randomized, controlled, single site trial with 48-month follow-up [J]. J Spinal Disord Tech, 2010, 23(6):367-371.
 24. Pickett GE, Sekhon LH, Sears WR, et al. Complications with cervical arthroplasty [J]. J Neurosurg (Spine), 2006, 4 (2):98-105.
 25. Coric D, Finger F, Boltes P. Prospective randomized controlled study of the Bryan cervical disc: early clinical results from a single investigational site [J]. J Neurosurg Spine, 2006, 4 (1):31-35.
 26. Goffin J, Geusens E, Vantomme N, et al. Long-term follow-up after interbody fusion of the cervical spine [J]. J Spinal Disord Tech, 2004, 17(2):79-85.
 27. Yi S, Kim KN, Yang MS, et al. Difference in occurrence of heterotopic ossification according to prosthesis type in the cervical artificial disc replacement [J]. Spine, 2010, 35 (16):1556-1561.
 28. Suchomel P, Jurák L, Benes V 3rd, et al. Clinical results and development of heterotopic ossification in total cervical disc replacement during a 4-year follow-up [J]. Eur Spine J, 2010, 19(2):307-315.
 29. McAfee PC, Cunningham WB, Devine J, et al. Classification of heterotopic ossification (HO) in artificial disc replacement [J]. J Spinal Disord Tech, 2003, 16(4):384-389.
 30. Leung C, Casey AT, Goffin J, et al. Clinical significance of heterotopic ossification in cervical disc replacement: a prospective multicenter clinical trial [J]. Neurosurgery, 2005, 57 (4):759-763.
 31. Hrabálek L, Vaverka M, Houdek M. Cervical disc arthroplasty (Prodisc-C): analysis of 3 to 4-year follow up results [J]. Rozhl Chir, 2009, 88(11):634-641.
 32. Quan GM, Vital JM, Hansen S, et al. 8 year clinical and radiological follow-up of the Bryan cervical disc arthroplasty [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2011, 36(8):639-646.
 33. Mehren C, Suchomel P, Grochulla F, et al. Heterotopic ossification in total cervical artificial disc replacement [J]. Spine, 2006, 31(24):2802-2806.
 34. Katsuura A, Hukuda S, Saruhashi Y, et al. Kyphotic malalignment after anterior cervical fusion is one of the factors promoting the degenerative process in adjacent intervertebral levels [J]. Eur Spine J, 2002, 10(4):320-324.
 35. Kim HK, Kim MH, Cho DS, et al. Surgical outcome of cervical arthroplasty using Bryan(r) [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2009, 46(6):532-537.
 36. Anakwenze OA, Auerbach JD, Milby AH, et al. Sagittal cervical alignment after cervical disc arthroplasty and anterior cervical discectomy and fusion: results of a prospective, randomized, controlled trial [J]. Spine, 2009, 34(19):2001-2007.

(收稿日期:2010-12-14 修回日期:2011-02-16)

(本文编辑 卢庆霞)