

## · 综 述 ·

## 颈椎全椎间盘置换术后异位骨化的研究进展

马鹤成, 夏燕妮, 司萌, 侯勇, 聂林, 丛梦琳

(山东大学齐鲁医院, 山东 济南 250012)

**摘 要** 与前路椎间盘切除椎管减压融合术相比, 颈椎全椎间盘置换术 (total disc replacement, TDR) 在维持颈椎活动度、降低相邻节段的负荷、减缓相邻节段的退变方面具有优势, 对于颈椎退行性病变具有良好的远期疗效。但颈椎 TDR 术后若在手术区域或附近发生异位骨化, 可影响手术节段人工颈椎间盘的活动度, 改变颈椎生理曲度, 影响手术疗效。本文从 TDR 术后异位骨化的分级和分型、颈椎 TDR 术后异位骨化的影响因素 2 个方面, 对颈椎 TDR 术后异位骨化的研究进展进行了综述。

**关键词** 全椎间盘置换; 颈椎; 手术后并发症; 骨化, 异位性; 综述

前路椎间盘切除椎管减压融合术 (anterior cervical discectomy and fusion, ACDF) 被认为是治疗颈椎退行性疾病的“金标准”。然而, 该术式存在手术节段颈椎运动单元融合后颈椎活动度丢失及邻近节段负荷增加、退变加速等弊端<sup>[1-5]</sup>。与 ACDF 相比, 颈椎全椎间盘置换术 (total disc replacement, TDR) 在维持颈椎活动度、降低相邻节段的负荷、减缓相邻节段的退变等方面具有优势, 对于颈椎退行性病变具有良好的远期疗效<sup>[5-12]</sup>。但随着对颈椎 TDR 研究的不断深入, 术后相关的并发症如异位骨化、后凸畸形、假体松动或移位等也越来越受到关注。Zhou 等<sup>[13]</sup> 对行颈椎 TDR 的 61 例患者 (共 76 个颈椎节段) 进行了 94 个月的随访, 发现总体异位骨化率约 50%。Chen 等<sup>[14]</sup> 分析了 8 篇相关文献中报道的 TDR 术后异位骨化的发生率, 术后 12 个月异位骨化发生率为 44.6%, 术后 24 个月异位骨化发生率为 58.2%。异位骨化的发生会显著影响手术疗效, 甚至有可能导致手术失败。因此, 明确颈椎 TDR 术后异位骨化的影响因素, 采取针对性措施, 对提高手术疗效、延长颈椎间盘假体的使用寿命具有重大意义。笔者从 TDR 术后异位骨化的分级和分型、颈椎 TDR 术后异位骨化的影响因素 2 个方面, 对颈椎 TDR 术后异位骨化的研究进展综述如下。

## 1 TDR 术后异位骨化的分级和分型

异位骨化指在非骨性组织内出现异常成骨, 是髋、膝人工关节置换术后最常见的并发症之一, 其发生的机制目前尚不清楚。颈椎 TDR 术后在手术区域或附近发生异位骨化, 可影响手术节段人工颈椎间盘的活动度, 改变颈椎生理曲度, 影响手术疗效<sup>[15]</sup>。

McAfee 等<sup>[16]</sup> 于 2003 年系统分析了 TDR 术后异位骨化的形态, 并参照 Brooker 等<sup>[17]</sup> 髋关节异位骨化的评价标准制定了 TDR 术后异位骨化的分级标准 (表 1)。黄东生等<sup>[18]</sup> 根据始发位置的不同, 将腰椎 TDR 术后的异位骨化分为 2 型: A 型, 发生于椎间隙后部, 主要系假体盖板植入时其后缘将骨性终板掀起所致, 对手术节段的活动无影响; B 型, 发生于纤维环, 发生原因不明, 对手术节段的活动影响较大。Jin 等<sup>[19]</sup> 根据形态与位置, 将 TDR 术后的异位骨化进行了分型: I 型, 发生于椎间隙后角, 从终板向后下生长; II 型, 从高于终板水平向前下生长至椎间隙前角; III 型, 孤立的小骨块, 与椎体不相连。

表 1 McAfee 全椎间盘置换术后异位骨化分级标准

分级	分级标准
0 级	无异位骨化
I 级	有骨化形成, 但未进入椎间隙范围
II 级	异位骨化超过椎间隙水平, 影响颈椎活动度, 但不完全阻碍椎体活动
III 级	异位骨化进一步增大, 阻碍了颈椎活动
IV 级	异位骨化导致颈椎椎体融合, 相邻椎体见骨桥形成, 颈椎活动度 < 3°

## 2 颈椎 TDR 术后异位骨化的影响因素

目前 TDR 术后发生异位骨化的影响因素并不十分明确, 颈椎 TDR 术后异位骨化的发生率可能与假体类型及置换节段数量等因素有关。

**2.1 假体类型** 目前临床常用的人工颈椎间盘假体主要包括半限制性假体 (如 Mobi-C、ProDisc-C 人工颈椎间盘等) 和非限制性假体 (如 Bryan 人工颈椎间盘等) 2 大类, 非限制性假体植入后颈椎的活动度较半限制性假体更大。不同类型的人工颈椎间盘假

体在制作工艺、材料、内部构造、推荐手术方式等方面存在差异,术后异位骨化的发生率也存在差异。

**2.1.1 Mobi - C 人工颈椎间盘** Guerin 等<sup>[20]</sup>对采用 Mobi - C 假体进行颈椎 TDR 的 71 例患者(男 32 例、女 39 例)进行了随访,术后异位骨化发生率达 27.7%。Beaurain 等<sup>[21]</sup>对采用 Mobi - C 假体进行颈椎 TADR 的 68 例患者(共 76 个节段)进行了随访,术后 2 年的异位骨化发生率约 67.1%。Lee 等<sup>[22]</sup>对 28 例接受 Mobi - C 人工颈椎间盘置换的患者进行了随访,术后 2 年异位骨化的发生率为 64.3%。

**2.1.2 ProDisc - C 人工颈椎间盘** Mehren 等<sup>[23]</sup>研究发现,采用 ProDisc - C 假体行颈椎 TDR,术后 1 年异位骨化发生率为 66.2%,且手术节段数越多,术后发生异位骨化的概率越高。Suchomel 等<sup>[24]</sup>对 65 例采用 ProDisc - C 假体行颈椎 TDR 的患者进行 4 年随访,发现Ⅲ级、Ⅳ级异位骨化的发生率分别为 45%、18%。

**2.1.3 Bryan 人工颈椎间盘** Heidecke 等<sup>[25]</sup>研究发现,采用 Bryan 假体行颈椎 TDR 的患者中,有 29% 的患者术后 2 年出现异位骨化。周非非等<sup>[26]</sup>的研究发现,采用 Bryan 假体行颈椎 TDR,术后 5 年异位骨化发生率达 33.9%。Sola 等<sup>[27]</sup>的研究表明,采用 Bryan 假体行颈椎 TDR,76.2% 的患者会出现异位骨化。Leung 等<sup>[28]</sup>对 90 例采用 Bryan 假体行颈椎 TDR 的患者进行了随访,术后 12 个月,17.8% 的患者出现异位骨化,其中 6.7% 的患者为Ⅲ级、Ⅳ级。Pointillart 等<sup>[29]</sup>对 20 例行 Bryan 人工颈椎间盘置换的患者进行了 15 年的随访,发现 54.5% 的患者出现异位骨化并合并临近节段的退变。Walraevens 等<sup>[30]</sup>通过 8 年随访发现,采用 Bryan 假体行颈椎 TDR,异位骨化的发生率达 39%。田伟等<sup>[31]</sup>通过 6 年随访发现,采用 Bryan 假体行颈椎 TDR,异位骨化的发生率达 53.6%。Botelho<sup>[32]</sup>发现采用 Bryan 人工颈椎间盘行颈椎 TDR,若不加抗炎药物干预,术后异位骨化的发生率较高,认为这可能与手术过程中创伤较大、Bryan 假体大多采用金属材料等因素有关。

Yi 等<sup>[33]</sup>比较了 3 种不同类型人工颈椎间盘假体的异位骨化发生率,170 例行颈椎 TDR 的患者中,81 例采用了 Bryan 假体、61 例采用了 Mobi - C 假体、28 例采用了 ProDisc - C 假体,术后异位骨化的总体发生率为 40.6%,其中 Bryan 组为 21%、Mobi - C 组为

52.5%、ProDisc - C 组为 71.4%。

**2.2 置换节段数量** Nunley 等<sup>[34]</sup>的研究发现,颈椎 TDR 术后 7 年,行单节段置换者,17.6% 出现 3 级异位骨化、11.1% 出现 4 级异位骨化;行双节段置换者,26.6% 出现 3 级异位骨化,10.8% 出现 4 级异位骨化。

**2.3 其他因素** 颈椎 TDR 术后异位骨化的发生还可能与患者性别、体质量指数等因素有关。

### 3 小 结

为尽可能降低颈椎 TDR 术后异位骨化的发生率,提高手术疗效,应根据患者情况选择合适的人工椎间盘假体,尽量控制置换节段数量。而设计更符合颈椎生物力学要求的人工椎间盘假体,从生物力学、分子生物学水平继续深入研究异位骨化的发生机制和影响因素,也将为颈椎 TDR 术后异位骨化的预防提供新的思路 and 依据。

### 4 参考文献

- [1] ALHASHASH M, SHOUSA M, BOEHM H. Adjacent segment disease after cervical spine fusion: evaluation of a 70 patient long - term follow - up[J]. Spine ( Phila Pa 1976 ), 2018, 43(9): 605 - 609.
- [2] MILLER J, SASSO R, ANDERSON P, et al. Adjacent level degeneration: bryan total disc arthroplasty versus anterior cervical discectomy and fusion[J]. Clin Spine Surg, 2018, 31(2): E98 - E101.
- [3] HASHIMOTO K, AIZAWA T, KANNO H, et al. Adjacent segment degeneration after fusion spinal surgery—a systematic review[J]. Int Orthop, 2019, 43(4): 987 - 993.
- [4] XU S, LIANG Y, ZHU Z Q, et al. Adjacent segment degeneration or disease after cervical total disc replacement: a meta - analysis of randomized controlled trials[J]. J Orthop Surg Res, 2018, 13(1): 244.
- [5] GHOBRIAL G M, LAVELLE W F, FLORMAN J E, et al. In Reply: Symptomatic adjacent level disease requiring surgery: analysis of 10 - year results from a prospective, randomized, clinical trial comparing cervical disc arthroplasty to anterior cervical fusion[J]. Neurosurgery, 2019, 84(1): E109.
- [6] SASSO R C, ANDERSON P A, RIEW K D, et al. Results of cervical arthroplasty compared with anterior discectomy and fusion: four - year clinical outcomes in a prospective, randomized controlled trial[J]. Orthopedics, 2011, 34(11): 889.
- [7] BERTAGNOLI R, DUGGAL N, PICKETT G E, et al. Cervi-

- cal total disc replacement, part two: clinical results [J]. *Orthop Clin North Am*, 2005, 36(3): 355 – 362.
- [8] CORIC D, GUYER R D, NUNLEY P D, et al. Prospective, randomized multicenter study of cervical arthroplasty versus anterior cervical discectomy and fusion; 5 – year results with a metal – on – metal artificial disc [J]. *J Neurosurg Spine*, 2018, 28(3): 252 – 261.
- [9] ZOU S, GAO J, XU B, et al. Anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) versus cervical disc arthroplasty (CDA) for two contiguous levels cervical disc degenerative disease: a meta – analysis of randomized controlled trials [J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(4): 985 – 997.
- [10] CORIC D, KIM P K, CLEMENTE J D, et al. Prospective randomized study of cervical arthroplasty and anterior cervical discectomy and fusion with long – term follow – up: results in 74 patients from a single site [J]. *J Neurosurg Spine*, 2013, 18(1): 36 – 42.
- [11] DAVIS R J, KIM K D, HISEY M S, et al. Cervical total disc replacement with the Mobi – C cervical artificial disc compared with anterior discectomy and fusion for treatment of 2 – level symptomatic degenerative disc disease: a prospective, randomized, controlled multicenter clinical trial [J]. *J Neurosurg Spine*, 2013, 19(5): 532 – 545.
- [12] KORECKIJ T D, GANDHI S D, PARK D K. Cervical disk arthroplasty [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2019, 27(3): e96 – e104.
- [13] ZHOU F F, JU K L, ZHAO Y B, et al. Progressive bone formation after cervical disc replacement; minimum of 5 – Year follow – up [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2018, 43(3): E163 – E170.
- [14] CHEN J, WANG X W, BAI W S, et al. Prevalence of heterotopic ossification after cervical total disc arthroplasty: a meta-analysis [J]. *Eur Spine J*, 2012, 21(4): 674 – 680.
- [15] PIMENTA L, OLIVEIRA L, COUTINHO E, et al. Bone formation in cervical total disk replacement (CTDR) up to the 6 – Year follow – up: experience from 272 levels [J]. *Neurosurg Q*, 2013, 23(1): 1 – 6.
- [16] MCAFEE P C, CUNNINGHAM B W, DEVINE J, et al. Classification of heterotopic ossification (HO) in artificial disk replacement [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2003, 16(4): 384 – 389.
- [17] BROOKER A F, BOWERMAN J W, ROBINSON R A, et al. Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification [J]. *J Bone Joint Sur Am*, 1973, 55(8): 1629 – 1632.
- [18] 黄东生, 梁安靖, 叶伟, 等. 人工腰椎间盘置换术后异位骨化的危险因素及其对策 [J]. *中华外科杂志*, 2006, 44(4): 242 – 245.
- [19] JIN Y J, PARK S B, KIM M J, et al. An analysis of heterotopic ossification in cervical disc arthroplasty: a novel morphologic classification of an ossified mass [J]. *Spine J*, 2013, 13(4): 408 – 420.
- [20] GUERIN P, OBEID I, BOURGHLI A, et al. Heterotopic ossification after cervical disc replacement: Clinical significance and radiographic analysis. A prospective study [J]. *Acta Orthop Belg*, 2012, 78(1): 80 – 86.
- [21] BEAURAIN J, BERNARD P, DUFOUR T, et al. Intermediate clinical and radiological results of cervical TDR (Mobi – C?) with up to 2 years of follow – up [J]. *Eur Spine J*, 2009, 18(6): 841 – 850.
- [22] LEE S E, CHUNG C K, JAHNG T A. Early development and progression of heterotopic ossification in cervical total disc replacement clinical article [J]. *J Neurosurg Spine*, 2012, 16(1): 31 – 36.
- [23] MEHREN C, SUCHOMEL P, GROCHULLA F, et al. Heterotopic ossification in total cervical artificial disc replacement [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(24): 2802 – 2806.
- [24] SUCHOMEL P, JURÁK L, BENES V, 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.
- [25] HEIDECKE V, BURKERT W, BRUCKE M, et al. Intervertebral disc replacement for cervical degenerative disease – clinical results and functional outcome at two years in patients implanted with the Bryan(R) cervical disc prosthesis [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2008, 150(5): 453 – 459.
- [26] 周非非, 赵衍斌, 孙宇, 等. Bryan 人工颈椎间盘置换术后异位骨化形成的临床因素分析 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2009, 19(1): 39 – 43.
- [27] SOLA S, HEBECKER R, KNOOP M. Bryan cervical disc prosthesis – three years follow – up [J]. *Eur Spine J*, 2005, 14(1): 38.
- [28] LEUNG C, CASEY A T, 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.
- [29] POINTILLART V, CASTELAIN J E, COUDERT P A, et al. Outcomes of the bryan cervical disc replacement: fifteen year follow – up [J]. *Int Orthop*, 2018, 42(4): 851 – 857.
- [30] WALRAEVENS J, DEMAEREL P, SUETENS P, et al. Lon-

gitudinal prospective long-term radiographic follow-up after treatment of single-level cervical disk disease with the bryan cervical disc [J]. Neurosurgery, 2010, 67(3): 679-687.

- [31] 田伟, 阎凯, 韩骁, 等. Bryan 人工间盘置换与前路减压融合治疗颈椎退行性疾病的中期随访研究[J]. 中华骨科杂志, 2013, 33(2): 97-104.
- [32] BOTELHO R V. Preliminary clinical experience with the Bryan cervical disc prosthesis [J]. Neurosurgery, 2003, 53(3): 785.

- [33] YI S, KIM K N, YANG M S, et al. Difference in occurrence of heterotopic ossification according to prosthesis type in the cervical artificial disc replacement [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2010, 35(16): 1556-1561.
- [34] NUNLEY P D, CAVANAUGH D A, KERR E J 3rd, et al. Heterotopic ossification after cervical total disc replacement at 7 years - prevalence, progression, clinical implications, and risk factors [J]. Int J Spine Surg, 2018, 12(3): 352-361.

(收稿日期: 2019-01-22 本文编辑: 杨雅)

(上接第 37 页)

述。结局观察指标以中医疗效、腰椎功能及疼痛评分等主观指标为主。2014 年开始出现使用血液学指标的文献<sup>[9-11]</sup>, 这些指标均已获得现代医学、药理学研究观点的支持<sup>[12-14]</sup>。从以上几点可以看出, 中药熏蒸治疗 LDH 目前尚未形成统一的操作规程和评价标准。因此, 中药熏蒸治疗方案是下一阶段需要进一步规范的重点。同时应在已有 RCT 证据基础上, 进行证据整合, 构建相关方案, 设计多中心、大样本、高质量的 RCT, 进一步规范、优化中药熏蒸的治疗方案。

“数字中医”是将中医学中的诸多学科分支与信息控制科学相结合, 目前已成为生物医学研究的热点之一<sup>[15]</sup>。中医学的精髓在于辨证施治和整体观念, 而中药熏蒸治疗过程又涉及复杂的物理、生理等因素<sup>[16]</sup>。张萍<sup>[4]</sup>基于上述背景, 利用智能控制理论与生物医学机理, 对中药熏蒸温度系统进行建模与控制, 为熏蒸温度提供了数字化处理方法, 以期提高中药熏蒸治疗效果、减少能源消耗。今后可以借鉴该思路对中药熏蒸方剂、熏蒸时间等要素进行研究。

本研究的结果提示, 中药熏蒸治疗 LDH 的相关研究, 数量多但质量不高。今后应广泛开展多中心、大样本、高质量的 RCT, 基于可靠的循证医学证据进一步规范和优化中药熏蒸治疗 LDH 的方案。

#### 4 参考文献

- [1] 杨建英. 温针灸联合通痹液熏蒸治疗腰椎间盘突出症 57 例[J]. 中国中医药科技, 2019, 26(4): 633-634.
- [2] 孟东红, 王亦合, 刘化峰. 电针联合中药熏蒸治疗腰椎间盘突出症对患者 ODI 功能障碍改善的临床价值[J]. 中国社区医师, 2018, 34(36): 103-104.
- [3] 仇乐. 优秀体操运动员腰椎间盘突出并膨出的非手术治疗个案报道[J]. 中国现代药物应用, 2018, 12(12): 144-145.

- [4] 张萍. 中医熏蒸温度系统建模与控制研究[D]. 兰州: 兰州理工大学, 2012.
- [5] 周英凤, 杨红红, 秦薇, 等. 国内用药安全相关护理研究文献的计量分析[J]. 护理学杂志, 2011, 26(14): 86-88.
- [6] 崔金波, 蒋晓莲. 国内跨文化护理研究文献计量学分析[J]. 护理研究, 2011, 25(4): 366-368.
- [7] 中国科学技术信息研究所. 中国科学技术期刊引证报告[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2004.
- [8] 昕颖, 曹立新, 段丽文, 等. 中药熏蒸治疗腰椎间盘突出症用药规律系统综述[J]. 实用中医内科杂志, 2016, 30(9): 1-5.
- [9] 李波. 温经活血汤行中药熏蒸治疗腰椎间盘突出疗效及患者体内炎症因子水平变化[J]. 辽宁中医药大学学报, 2018, 20(3): 117-120.
- [10] 孙宝龙. 针灸结合中药熏蒸治疗腰椎间盘突出症的疗效分析[J]. 中国处方药, 2017, 15(5): 97-98.
- [11] 陈峰, 杜震生, 曹惠萍, 等. 综合康复治疗腰椎间盘突出症所致坐骨神经痛的临床效果[J]. 中国医药导报, 2014, 11(15): 20-24.
- [12] 刘汝专, 张磊, 潘汉升, 等. 中药复方干预椎间盘退变的实验研究进展[J]. 中医正骨, 2019, 31(4): 36-39.
- [13] WANG C, YU X H, YAN Y G, et al. Tumor necrosis factor - alpha: a key contributor to intervertebral disc degeneration [J]. Acta Biochim Biophys Sin (Shanghai), 2017, 49(1): 1-13.
- [14] 刁志君, 姜宏, 刘锦涛, 等. 炎症因子在椎间盘退变中的作用[J]. 中医正骨, 2018, 30(7): 32-35.
- [15] 李晖, 刘国伟, 袁静, 等. 军卫一号系统中的病人数据挖掘[J]. 中国医疗设备, 2010, 25(8): 39-41.
- [16] 彭玉兰, 张和庆, 敬基刚, 等. 基于数据挖掘技术对乳腺超声数据库数据利用的初步研究[J]. 生物医学工程学杂志, 2010, 27(4): 898-901.

(收稿日期: 2019-06-11 本文编辑: 李晓乐)