

颈椎间盘置换术后相关并发症的研究进展

原一帆¹ 卢向东^{2△}

[关键词] 颈椎;椎间盘;置换术;并发症

[中图分类号] R681.5 [文献标志码] A [文章编号] 1005-0205(2021)07-0083-06

颈椎间盘退变导致的颈椎病是临床常见疾病,临床对症保守治疗无效后多会选择手术治疗。颈前路的椎间盘摘除融合内固定(Anterior Cervical Discectomy and Fusion, ACDF)具有操作简单、术后效果明显等特点,是临床治疗退行性颈椎病的金标准^[1]。但随着研究的深入及术后随访,发现 ACDF 会造成或加重邻近节段的退行性变,且手术节段的融合导致一定程度的颈椎活动受限,进一步加重邻椎的退变,颈椎间盘置换术(Artificial Cervical Disc Replacement, ACDR)应运而生。ACDR 很好地解决了术后手术节段活动受限的问题,并较好地恢复及保持颈椎正常生理结构及功能而成为临床治疗颈椎病的新选择。已有研究表明 ACDR 与 ACDF 的临床疗效差异无统计学意义^[2]。但随着 ACDR 治疗的普及,术后相关并发症也受到临床的重视。笔者检索近年来 ACDR 术后相关并发症的研究报道,对术后常见并发症综述如下。

1 颈椎间盘置换

1956 年 Van Steebrughe 第一次提出人工椎间盘的概念,1966 年第一个人工颈椎间盘假体应用于临床。经过几十年的不断改进,目前临床广泛应用的人工椎间盘假体根据特点主要分为三类:1)限制型假体;2)半限制型假体;3)非限制型假体^[3]。包括 Bryan, Prestige LP, Pro Disc-C, Secure-C, PCM, Mobi-C 等类型。不同类型的假体适用于不同类型的疾病治疗。文献报道显示 ACDR 术后的短期疗效及中长期疗效与 ACDF 治疗无明显统计学差异。Vaccaro 等^[4]对 380 例患者随访超过 7 a 时间的研究显示单节段 ACDR 术后,在神经功能改善、颈椎活动度保留及术后并发症等方面的效果均优于 ACDF 术。赵学千等^[5]一项回顾性研究分析了 48 例双节段 ACDR 患者术后

的颈椎矢状位相关参数,显示 ACDR 可恢复颈椎活动范围,改善颈椎矢状位参数。通过文献回顾,ACDR 具有以下优势:1)保留手术节段运动功能,颈椎更接近生理状态;2)改善颈椎活动度,降低邻近节段应力分布;3)恢复颈椎间隙高度等^[6]。但随着随访时间的延长,ACDR 的相关并发症可能成为影响手术长期临床疗效的重要因素,也成为临床脊柱外科医生关注的焦点。

2 颈椎间盘置换术后常见并发症

2.1 邻近节段退行性病变

邻近节段退行性病变是指经手术治疗后因各种原因导致邻近节段发生退行性改变,可伴有或不伴有神经症状。相较于 ACDF 术治疗退行性颈椎病,ACDR 较好地保留了术椎节段的活动度^[7],因此多数研究者普遍认为 ACDR 可以有效降低颈椎术后相邻节段的退行性病变的发生^[8],但关于 ACDR 术后邻近节段退变的发生率报道差异较大。杨晓等^[9]的一项随机对照实验结果显示 ACDR 术后 2 a 邻近节段退变的发生率为 17.0%,低于 ACDF 组的 31.9%。Guo 等^[10]的报道显示 ACDR 术后邻近节段退变的发生率为 12.77%,低于 ACDF 组的 27.27%。王峰等^[11]认为 ACDR 可以较好地保留手术节段活动度及颈椎整体活动度以降低邻近节段退变的发生率。Zhang 等^[12]的一项荟萃分析研究显示单节段 ACDR 后相邻节段的退变发生率较低。Davis 等^[13]随访了 225 例行双节段 ACDR 治疗的患者 48 个月,结果显示患者术后邻近节段退行性病变发生率为 27.6%,低于行融合治疗患者的 64.7%。

随着随访病例的增大,研究人员发现 ACDR 术后邻近节段退变的发生依然存在,因此部分观点认为 ACDR 术后邻椎退行性病变是颈椎自然进展结果,而非 ACDR 的术后并发症^[14]。另一部分观点认为:ACDR 虽不能阻止邻近节段退行性病变出现,但可一定程度上减缓邻近节段退行性病变的发生^[15]。

ACDR 术后邻近节段退变的发生是多因素导致的:1)术前邻近节段存在潜在退变;2)植入物类型选择

¹ 山西医科大学(太原,030001)

² 山西医科大学第一医院骨科

△通信作者 E-mail:xiangdong700214@163.com

不当;3)手术水平;4)手术类型选择(单节段置换或多节段置换)^[16]。故笔者认为相比于ACDF,ACDR一定程度上可以保留手术节段椎体活动度以降低邻近节段退变可能性,但术后邻近节段的退变可能对术后长期临床效果及再手术发生率有重要意义,因此临床医师除严格把握ACDR的适应人群及适应证外,术后应提高患者对术后邻近节段退变危险性因素(日常习惯、吸烟、饮酒等)的意识,以期降低邻近节段退变发生率及再手术率。

2.2 异位骨化

2.2.1 异位骨化危害 异位骨化(Heterotopic Ossification, HO)是指ACDR术后软组织中出现成骨细胞并形成骨组织,是ACDR术后常见的并发症。但临床对于ACDR术后异位骨化的发生率报道差异较大,多数研究显示随着随访时间的延长,颈椎间盘置换术后异位骨化的发生率明显增高^[17]。Kong等^[18]的一项荟萃分析研究显示ACDR术后异位骨化总体发病率为46.4%,重度异位骨化总体发病率为17.0%。异位骨化可导致手术节段活动度降低,颈椎生理曲度丧失,改变颈椎载荷应力分布^[19]。有文献报道严重异位骨化会导致手术节段发生自发性融合^[20],这些不良结果都与ACDR可保留颈椎活动度的目标相违背,因此临床对ACDR术后异位骨化的研究与防治仍需不断加强。

2.2.2 异位骨化机制 异位骨化的发病机制目前暂不明确,临床主流观点包括:1)Urist^[21]提出脱钙骨基质诱导异位骨化,并提出骨形态诱导蛋白(BMP)通过与丝氨酸/苏氨酸激酶受体结合介导胞内信号传递来促使组织周围的细胞向成骨细胞转化。2)Chalmers等^[22]认为异位骨化的发生条件如下:(1)成骨诱导物;(2)成骨的前体细胞;(3)允许成骨的组织环境。炎症因子刺激下软组织周围或血液中成骨前体细胞聚集,从而促使周围组织发生异位骨化。3)未定向分化的骨髓间充质细胞(MSCs)在不同诱导条件下可分化为不同组织结构,如骨、软骨、肌腱等^[23]。但上述理论均需进一步研究证实。

2.2.3 异位骨化分级和分类 根据ACDR术后异位骨化的形态,并参考Brooker等^[24]对髋关节异位骨化的评价标准,McaFee等^[25]提出了异位骨化的分级标准:0级,无异位骨化;Ⅰ级,有骨化形成,但未进入椎间隙;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,阻碍了椎体活动;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 $<3^{\circ}$ 。目前McaFee分级标准已被临床广泛应用和认可。

根据ACDR术后X线检查所示异位骨化形态及位置,Jin等^[26]将异位骨化分为3型:Ⅰ型,位于椎间隙后

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,与椎体不连。

2.2.4 异位骨化形成的危险因素 目前临床较为认同的导致ACDR术后异位骨化的危险因素包括年龄因素、骨赘增生、韧带骨化、碎骨片残留、假体类型、术中对颈长肌的牵拉、假体位置、置换节段等^[27]。Zeng等^[28]的回顾性实验结果显示假体的宽度及深度不能较好覆盖终板时更容易导致异位骨化的发生。Hu等^[29]认为ACDR术后手术节段颈椎间盘角升高大于 5° 时更容易发生异位骨化且异位骨化的等级更高。周非非等^[30]认为术前手术节段的椎间隙高度及术后手术节段的活动度与ACDR术后异位骨化的发生存在统计学关系。Yi等^[31]对170例ACDR患者术后随访2~3 a,发现使用不同假体异位骨化发生率不同:Bryan假体21.0%,Mobi-C假体52.5%,ProDisc-C假体71.4%。虽然同一类型假体术后异位骨化发生率差异存在差异,但整体来看Bryant型假体置换术后较其他类型假体的异位骨化发生率低,这可能与非限制型假体(Bryant型)较半限制型假体(Mobi-C型、ProDisc-C型)术后颈椎活动度大有关。曹硕等^[32]研究70例行ACDR术患者5 a发现术前钩椎关节退变程度与术后异位骨化发生呈正相关。基于计算机断层扫描,Tian等^[33]发现ACDR术后高分级异位骨化在钩椎关节部位的发生率明显较高。Chang等^[34]研究认为C_{3~4}节段的ACDR术后较其他单节段术后异位骨化发生率明显增高。总之ACDR术后异位骨化的发生是多因素导致的结果,脊柱外科医师应以更高的标准要求术中相关操作及假体类型和合适尺寸的选择,以降低异位骨化的发生率。

2.2.5 异位骨化的预测及防治 ACDR术后异位骨化的发生是多因素导致的结果,虽然已有部分研究显示,无论单节段间盘置换或双节段置换,异位骨化的发生仅对患者颈椎活动度造成影响,对患者神经系统症状恢复及影响不大^[35]。但对颈椎活动度的改变有悖于ACDR的初衷而加重邻椎退变风险和邻椎再手术可能。鉴于异位骨化发生后对手术治疗效果的影响,尽早的预测及防治十分必要。赵寅等^[36]研究发现Pfirrmann退变评分对ACDR术后异位骨化发生有预测意义,Pfirrmann评分越高,异位骨化发生率越高,McaFee等级越高,颈椎活动度越低。Makhni等^[37]认为术中对颈长肌的牵拉损伤会影响ACDR后异位骨化的发生。韩骁等^[38]研究发现颈椎间盘假体矢状面覆盖比与ACDR术后高等级异位骨化发生率存在相关性。临床实践证明使用NSAIDs类药物可有效降低髋关节置换术后异位骨化的发生^[39],因此目前临床常在ACDR术后应用NSAIDs类药物以降低异位骨化发生率^[40]。但Tu

等^[41]的研究认为术后是否使用 NSAIDs 类药物对异位骨化的发生率降低无明显效果,但 NSAIDs 组中使用选择性 COX-2 类药物能明显降低异位骨化的发生。临床医师有必要以更全面的眼光看待 HO 的影响,并采取相关手段,包括综合的术前危险性因素评估及病人选择、术中避免不规范的操作(注意保护颈长肌、彻底充分的术野冲洗以避免残留骨屑)、选择合适大小及类型人工间盘假体及术后规范的药物预防措施等一系列手段,以降低或减缓异位骨化的发生。

2.3 假体相关并发症

2.3.1 假体下沉 假体下沉是指假体下沉进入研磨过的椎体终板,从而导致置换节段活动度的降低并加重其他节段的退变^[42]。ACDR 术后假体下沉发生率的临床报道差异较大,报道显示发生率从 0%~33% 不等^[16]。假体下沉可能的原因包括:1)假体大小与椎体不契合;2)终板处理不当,导致椎体难以支撑假体;3)不适当的患者选择等。从患者角度来看,具有潜在骨质疏松风险($T < -1.5$)和骨质疏松($T < -2.5$)或骨质代谢异常的患者,不适合进行 ACDR 治疗^[43]。娄纪刚等^[44]随访 276 例行颈椎间盘置换术的患者后发现:当术后板-骨界面间隙 >1.5 mm 时,发生假体下沉的可能性明显增大。一旦出现假体下沉,部分患者被迫行假体取出并转为融合术式治疗。因此术前应对患者进行综合评估是否可行 ACDR 治疗,术中注意终板打磨处理的程度,避免过度打磨导致终板抗压能力不足,也应注意终板打磨不足导致的板-骨界面间隙过大。另外选择合适高度和大小的假体,避免假体高度过高或无法完美覆盖终板以降低下沉风险^[44]。

2.3.2 假体松动移位 假体移位是指:ACDR 术后根据影像学检查发现较术中或术后早期假体位置出现偏差,一般常发生向前移位。临床报道显示 ACDR 术后假体松动移位后常无明显症状^[45],患者多数是在日常检查中对比发现,部分研究者以假体移位 >3 mm 作为移位标准^[46]。目前临床关于颈椎间盘置换术后假体移位的报道研究较少,可能的原因包括:1)终板处理不当导致假体与界面吻合不当;2)骨质增长慢导致假体与终板结合不良;3)磨损导致无菌性松动;4)大小不合适的假体置入等。手术部位感染为椎体置换后假体移位的罕见因素^[47]。颈椎间盘假体移位后虽无明显症状及体征,但长期的移位会造成假体旋转中心及局部应力改变,最终导致节段不稳及异位骨化。因此脊柱外科医师有必要提高自身手术能力并严格把握手术禁忌证,以避免不良结果发生。

2.3.3 后凸畸形 后凸畸形是指 ACDR 术后置换节段的椎间盘角度改变而导致颈椎丧失生理性前凸,出现后凸畸形。颈椎术后的后凸畸形与不同类型的假体设

计差异密切相关,还与终板的不当处理及病人选择有关^[48]。

ACDR 术后后凸畸形会使后方韧带、肌肉、小关节承受更多应力,代偿性运动增大而极易导致退变。因此为防止或减少术后后凸畸形的发生,术前应根据患者颈椎曲度选择适合的假体,如已存在后凸的患者应避免使用 Bryant 型假体;术中保持患者颈椎处于中立位,并精细处理终板,尽可能保证假体与椎间隙的平行^[49-50]。

综合来看,ACDR 术后假体的相关并发症发生多与术中的相关操作及假体的选择密切相关。Martin 等^[51]研究发现 ACDR 术后再手术率高达 15%,且大多为植入物相关并发症所致。因此在满足 ACDR 的良好效果同时,应严格控制手术的适应证,注意术中相关操作的精细化及准确化,选择适合患者的个性化假体来达到满意的治疗效果和结局。一旦出现严重并发症,及时行 ACDF 翻修手术。

2.4 吞咽困难

颈椎间盘置换术后吞咽困难是指颈椎间盘置换术后出现吞咽食物时功能障碍或吞咽时出现咽部、食管及胸骨后的梗阻、烧灼等不适,是颈椎前路手术后的常见并发症,但关于 ACDR 术后吞咽困难的发生率差异较大,部分研究者认为吞咽困难是颈椎前路术后的必然结果而非并发症^[47]。目前报道显示颈椎间盘置换术后吞咽困难发病率为 2%~67%^[52-54],但多数患者可在术后 1 a 左右缓解^[55]。

目前认为术后吞咽困难的危险因素包括年龄、糖尿病、吸烟、手术节段、手术时间、术前合并慢性肺疾病等^[56-58]。于杰等^[55]随访 98 例行颈椎间盘置换术患者,术后吞咽困难的发病率为 5.1%,低于前路减压融合组的 12.8%,并认为 $C_2 \sim C_7$ 角(即下颈椎曲度) $>5^\circ$ 时吞咽困难发病率明显增高。下颈椎曲度增大会导致咽后壁向前突出,从而减小咽喉部容积并影响进食时咽部挤压运动、导致吞咽困难。

脊柱外科医师有必要采取一些措施以降低术后吞咽困难的发生,包括术前气管推移锻炼,术中更加细致的止血,避免长时间持续的撑开椎间隙,术中使用皮质类固醇激素,以及选取合适的假体以避免颈椎术后的过度前屈^[16,59-60]。

2.5 再手术

再手术是指 ACDR 术后手术节段及邻近节段因各种原因需再次行手术治疗。关于 ACDR 术后再手术的发病率差异较大,Zigler 等^[61]报道的 ACDR 术后再手术率为 2.9%,低于 ACDF 组的 14.5%。Loumeau 等^[62]的一项随访 7 a 的研究报道 ACDR 的术后再手术率为 0%。Loumeau 等^[63]的荟萃分析显示总体来看,ACDR 术后的再手术发生率低于 ACDF

组,ACDR 是一种更好的手术干预措施,可以降低颈椎退变患者二次手术率。

ACDR 术可有效保留手术节段的颈椎活动度并改善椎间隙高度,以降低邻近节段的退行性病变发生。但 ACDR 术后邻近节段的再手术的主要原因为有症状的邻近水平退变。手术节段再手术是 ACDR 术后再手术的主要原因,导致手术节段需要二次手术的原因主要为 ACDR 术后并发症所致。近期原因多为手术入路相关并发症如脑脊液漏及血肿等。远期原因多为假体相关并发症,包括假体松动、下沉、异位骨化、置换节段后凸畸形等。ACDR 术后因各种原因导致手术节段及邻近节段需二次手术时,多采用取出颈椎间盘假体,并行椎间隙植骨融合治疗,这无疑都加重了患者及临床医师的负担。

3 结语

ACDR 作为颈椎前路手术治疗的非融合术式,在临床疗效方面已得到广泛肯定,保留手术节段活动度的非融合优势为临床解决颈椎融合固定的并发症提供了较好的解决方案,但 ACDR 术后的相关并发症研究显示 ACDR 术后的并发症之间亦可能存在互相影响或协同影响作用,可能对长期疗效造成不利影响。

虽然 ACDR 术目前已在国内外广泛开展,但多数患者随访时间较短,相关研究多基于短期随访结果,相关术后疗效、并发症的机制及治疗等多无明确共识,因此未来还需更多大样本、多中心、前瞻性的研究来进一步明确颈椎间盘置换术后并发症的病因、相关危险因素、长期影响及对症措施。临床医师仍需不断提高手术技术能力及相关问题的认识,从而降低术后并发症并提高其临床接受率和满意度。

参考文献

- [1] BUCHOWSKI J M, ANDERSON P A, SEKHON L, et al. Cervical disc arthroplasty compared with arthrodesis for the treatment of myelopathy: surgical technique[J]. J Bone Joint Surg Am, 2009, 91(Suppl 2): 223-232.
- [2] GHOBRIAL G M, LAVELLE W F, FLORMAN J E, et al. 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(2): 347-354.
- [3] 李游, 郑蹦蹦, 王佳明, 等. 人工颈椎间盘的研究与应用现状[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(12): 1941-1948.
- [4] VACCARO A, BEUTLER W, PEPPELMAN W, et al. Long-term clinical experience with selectively constrained SECURE-C cervical artificial disc for 1-level cervical disc disease: results from seven-year follow-up of a prospective, randomized, controlled investigational device exemption clinical trial[J]. Int J Spine Surg, 2018, 12(3): 377-

- 387.
- [5] 赵学千, 李晋玉, 刘楚吟, 等. 双节段人工颈椎间盘置换术治疗颈椎病后颈椎矢状位参数的变化研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2020, 28(12): 21-25.
- [6] NUNLEY P D, CORIC D, FRANK K A, et al. Cervical disc arthroplasty: current evidence and real-world application[J]. Neurosurgery, 2018, 83(6): 1087-1106.
- [7] 申超, 王文军, 晏怡果. 融合与非融合固定治疗脊髓型颈椎病: 谁更易于椎体的活动度及稳定性? [J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(17): 2783-2788.
- [8] RADCLIFF K, DAVIS R J, HISEY M S, et al. Long-term evaluation of cervical disc arthroplasty with the mobi-C® cervical disc: a randomized, prospective, multicenter clinical trial with seven-year follow-up[J]. Int J Spine Surg, 2017, 11(4): 31.
- [9] 杨晓, 杨正杰, 宋科荣, 等. 前路减压植骨融合术与颈椎间盘置换术对颈椎相邻节段退变的影响[J]. 颈腰痛杂志, 2019, 40(6): 746-748.
- [10] GUO H, SHENG J, SHENG W B, et al. An eight-year follow-up study on the treatment of single-level cervical spondylosis through intervertebral disc replacement and anterior cervical decompression and fusion[J]. Orthop Surg, 2020, 12(3): 717-726.
- [11] 王峰, 申勇, 杜伟, 等. 颈椎 Bryan 人工间盘置换术治疗颈椎病的长期疗效[J]. 中华医学杂志, 2020, 100(45): 3602-3608.
- [12] ZHANG Y, LIANG C, TAO Y, et al. Cervical total disc replacement is superior to anterior cervical decompression and fusion: a meta-analysis of prospective randomized controlled trials[J]. PLoS One, 2015, 10(3): e117826.
- [13] DAVIS R J, NUNLEY P D, KIM K D, et al. Two-level total disc replacement with Mobi-C cervical artificial disc versus anterior discectomy and fusion: a prospective, randomized, controlled multicenter clinical trial with 4-year follow-up results[J]. J Neurosurg Spine, 2015, 22(1): 15-25.
- [14] JAIN N S, NGUYEN A, FORMANEK B, et al. Cervical disc replacement: trends, costs, and complications[J]. Asian Spine J, 2020, 14(5): 647-654.
- [15] GORNET M F, LANMAN T H, BURKUS J K, et al. Cervical disc arthroplasty with the prestige LP disc versus anterior cervical discectomy and fusion, at 2 levels: results of a prospective, multicenter randomized controlled clinical trial at 24 months[J]. J Neurosurg Spine, 2017, 26(6): 653-667.
- [16] PARISH J M, ASHER A M, CORIC D. Complications and complication avoidance with cervical total disc replacement[J]. Int J Spine Surg, 2020, 14(s2): S50-S56.
- [17] LEI T, LIU Y, WANG H, et al. Clinical and radiological analysis of Bryan cervical disc arthroplasty: eight-year follow-up results compared with anterior cervical discectomy and fusion[J]. Int Orthop, 2016, 40(6): 1197-1203.
- [18] KONG L, MA Q, MENG F, et al. The prevalence of hetero-

- topic ossification among patients after cervical artificial disc replacement; a systematic review and meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(24): e7163.
- [19] 李广州, 刘浩, 杨毅, 等. 人工颈椎间盘置换术后异位骨化三维有限元模型的建立与意义[J]. *生物骨科材料与临床研究*, 2019, 16(5): 12-15.
 - [20] CHIN K R, PENCLE F J R, MUSTAFA L S, et al. Incidence of fusion across total disc replacement with heterotopic ossification: are ball and socket disk replacements fusing with and without radiographic evidence [J]. *Clin Spine Surg*, 2019, 32(10): E469-E473.
 - [21] URIST M R. Bone: formation by autoinduction, 1965[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2002, 395: 4-10.
 - [22] CHALMERS J, GRAY D H, RUSH J. Observations on the induction of bone in soft tissues[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1975, 57(1): 36-45.
 - [23] RANGANATHAN K, LODER S, AGARWAL S, et al. Heterotopic ossification; basic-science principles and clinical correlates[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2015, 97(13): 1101-1111.
 - [24] 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 Surg Am*, 1973, 55(8): 1629-1632.
 - [25] 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.
 - [26] 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.
 - [27] 曹鹏, 祁敏, 陈华江, 等. 颈椎人工椎间盘置换术后异位骨化与小关节退变程度的相关性研究[J]. *中华骨科杂志*, 2015, 35(4): 357-361.
 - [28] ZENG J, LIU H, CHEN H, et al. Effect of prosthesis width and depth on heterotopic ossification after cervical disc arthroplasty[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2019, 44(9): 624-628.
 - [29] HU L, ZHANG J, LIU H, et al. Heterotopic ossification is related to change in disc space angle after Prestige-LP cervical disc arthroplasty[J]. *Eur Spine J*, 2019, 28(10): 2359-2370.
 - [30] 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.
 - [31] 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.
 - [32] 曹硕, 潘胜发, 孙宇, 等. 钩椎关节退变与单节段颈椎人工椎间盘置换术后异位骨化形成的关系[J]. *中华医学杂志*, 2020, 100(45): 3578-3583.
 - [33] TIAN W, FAN M X, LIU Y J, et al. An analysis of para-vertebral ossification in cervical artificial disc replacement: a novel classification based on computed tomography[J]. *Orthop Surg*, 2016, 8(4): 440-446.
 - [34] CHANG P Y, CHANG H K, WU J C, et al. Differences between C3-4 and other subaxial levels of cervical disc arthroplasty: more heterotopic ossification at the 5-year follow-up[J]. *J Neurosurg Spine*, 2016, 24(5): 752-759.
 - [35] 李广州, 刘浩, 陈华, 等. 单节段人工颈椎间盘置换术后异位骨化对相邻节段影响的临床观察[J]. *中华医学杂志*, 2020, 100(1): 26-27.
 - [36] 赵寅, 周盛源, 孙延卿, 等. 椎间盘 Pfirrmann 退变评分对人工颈椎间盘置换术后异位骨化量化的价值[J]. *中华骨科杂志*, 2020, 40(18): 1245-1254.
 - [37] MAKHNI M C, OSORIO J A, PARK P J, et al. Cervical disc arthroplasty: tips and tricks[J]. *Int Orthop*, 2019, 43(4): 777-783.
 - [38] 韩晓, 田伟, 何达, 等. 人工椎间盘矢状面覆盖比对颈椎人工椎间盘置换术后椎旁骨化的影响[J]. *脊柱外科杂志*, 2019, 17(2): 79-83.
 - [39] LEGOSZ P, OTWOROWSKI M, SIBILSKA A, et al. Heterotopic ossification: a challenging complication of total hip arthroplasty: risk factors, diagnosis, prophylaxis, and treatment[J]. *Biomed Res Int*, 2019: 20193860142.
 - [40] PARISH J M, ASHER A M, CORIC D. Complications and complication avoidance with cervical total disc replacement[J]. *Int J Spine Surg*, 2020, 14(S2): S50-S56.
 - [41] TU T H, WU J C, HUANG W C, et al. Postoperative nonsteroidal antiinflammatory drugs and the prevention of heterotopic ossification after cervical arthroplasty: analysis using CT and a minimum 2-year follow-up[J]. *J Neurosurg Spine*, 2015, 22(5): 447-453.
 - [42] DONG L, TAN M S, YAN Q H, et al. Footprint mismatch of cervical disc prostheses with Chinese cervical anatomic dimensions[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2015, 128(2): 197-202.
 - [43] VACCARO A, BEUTLER W, PEPPELMAN W, et al. Long-term clinical experience with selectively constrained SECURE-C cervical artificial disc for 1-level cervical disc disease: results from seven-year follow-up of a prospective, randomized, controlled investigational device exemption clinical trial[J]. *Int J Spine Surg*, 2018, 12(3): 377-387.
 - [44] 姜纪刚, 刘浩, 洪瑛, 等. 人工颈椎间盘置换术后板-骨界面间隙对假体相关并发症的影响[J]. *中国骨与关节杂志*, 2019, 8(6): 413-419.
 - [45] SKEPPHOLM M, LINDGREN L, HENRIQUES T, et al. The discover artificial disc replacement versus fusion in cervical radiculopathy-a randomized controlled outcome trial with 2-year follow-up[J]. *Spine J*, 2015, 15(6): 1284-1294.
 - [46] 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.
- [47] OTHMAN Y A, VERMA R, QURESHI S A. Artificial disc replacement in spine surgery[J]. *Ann Transl Med*, 2019, 7(Suppl 5):S170.
- [48] LIANG X J, ZHONG W Y, TANG K, et al. Implant complications after one-level or two-level cervical disc arthroplasty: a retrospective single-centre study of 105 patients[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(38):e22184.
- [49] ARROJAS A, JACKSON J B R D, GRABOWSKI G. Trends in the treatment of single and multilevel cervical stenosis: a review of the american board of orthopaedic surgery database[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2017, 99(18):e99.
- [50] PHILLIPS F M, LEE J Y, GEISLER F H, et al. A prospective, randomized, controlled clinical investigation comparing PCM cervical disc arthroplasty with anterior cervical discectomy and fusion. 2-year results from the US FDA IDE clinical trial[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2013, 38(15):E907-E918.
- [51] MARTIN S, HENRIQUES T, TULLBERG T. Higher reoperation rate following cervical disc replacement in a retrospective, long-term comparative study of 715 patients[J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(9):2434-2440.
- [52] NANDYALA S V, MARQUEZ-LARA A, FINEBERG S J, et al. Comparison between cervical total disc replacement and anterior cervical discectomy and fusion of 1 to 2 levels from 2002 to 2009[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2014, 39(1):53-57.
- [53] AGHAYEV E, BARLOCHER C, SGIER F, et al. Five-year results of cervical disc prostheses in the SWISS spine registry[J]. *Eur Spine J*, 2013, 22(8):1723-1730.
- [54] SMUCKER J D, BASSUENER S R, SASSO R C, et al. Comparison of long-term differences in dysphagia: cervical arthroplasty and anterior cervical fusion[J]. *Clin Spine Surg*, 2017, 30(8):E1160-E1164.
- [55] 于杰, 靳培浩, 阎凯, 等. 颈椎前路术后吞咽困难相关因素的探讨[J]. *骨科临床与研究杂志*, 2020, 5(3):161-166.
- [56] KIRSHBLUM S, JOHNSTON M V, BROWN J, et al. Predictors of dysphagia after spinal cord injury[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1999, 80(9):1101-1105.
- [57] WANG T, MA L, YANG D L, et al. Factors predicting dysphagia after anterior cervical surgery: a multicenter retrospective study for 2 years of follow-up[J]. *Medicine Baltimore*, 2017, 96(34):e7916.
- [58] MORIZANE K, TAKEMOTO M, NEO M, et al. Occipital and external acoustic meatus to axis angle as a predictor of the oropharyngeal space in healthy volunteers: a novel parameter for craniocervical junction alignment[J]. *Spine J*, 2018, 18(5):811-817.
- [59] 卢兆安. 单节段颈椎前路手术术后吞咽困难发生率及危险因素分析[J]. *颈腰痛杂志*, 2018, 39(3):277-279.
- [60] 孙旗, 陈江, 李晋玉, 等. 曲安奈德对颈椎人工间盘置换术后吞咽困难的影响[J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27(15):1345-1349.
- [61] ZIGLER J E, DELAMARTER R, MURREY D, et al. ProDisc-C and anterior cervical discectomy and fusion as surgical treatment for single-level cervical symptomatic degenerative disc disease: five-year results of a food and drug administration study[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2013, 38(3):203-209.
- [62] LOUMEAU T P, DARDEN B V, KESMAN T J, et al. A RCT comparing 7-year clinical outcomes of one level symptomatic cervical disc disease (SCDD) following ProDisc-C total disc arthroplasty (TDA) versus anterior cervical discectomy and fusion (ACDF)[J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(7):2263-2270.
- [63] LOUMEAU T P, DARDEN B V, KESMAN T J, et al. Secondary surgery after cervical disc arthroplasty versus fusion for cervical degenerative disc disease: a meta-analysis with trial sequential analysis[J]. *Orthop Surg*, 2018, 10(3):181-191.

(收稿日期:2020-12-11)

(上接第 82 页)

- [25] CHEN J F, SHU X N, TANG S J, et al. Influence of lumbar disc degeneration on the efficacy of lumbar fixed-point rotation manipulation in sitting position: a finite element study[J]. *Journal of Acupuncture and Tuina Science*, 2016, 14(4):295-299.
- [26] 徐海涛, 徐达传, 张美超, 等. 坐位旋转手法时 L₄₋₅ 变形和位移的研究[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2008, 26(3):321-324.
- [27] 杜红根, 魏晖, 蒋忠, 等. 三种不同脊柱旋转手法治疗腰椎间盘突出症的病例对照研究[J]. *中国骨伤*, 2016, 29(5):444-448.
- [28] 王国林, 张美超, 李义凯, 等. 三种腰椎前屈状态下坐位腰椎旋转手法比较研究[J]. *颈腰痛杂志*, 2008, 29(1):24-26.
- [29] 李义凯, 王国林, 徐海涛, 等. 腰椎旋转手法所致咔哒声与拇指最大推扳力的量效关系研究[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2004, 22(6):658-660.
- [30] 韦良渠, 韦颖, 高相晶. 青少年腰椎间盘突出症 76 例临床探讨[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2006(S1):6-9.
- [31] 王纯巍, 孙梅, 宋华森, 等. 心理干预在飞行人员腰椎间盘突出症治疗中的应用[J]. *空军医学杂志*, 2014, 30(3):139-140.
- [32] 甄鹰, 方红玲, 韩磊. 空军飞行人员腰椎间盘突出症综合康复效果观察[J]. *人民军医*, 2018, 61(1):18-20.

(收稿日期:2020-12-18)