

人工颈椎间盘置换术后假体周围骨吸收的发生情况及影像学研究

王建喜, 陈华江, 臧法智, 曹鹏, 田野, 袁文

(海军军医大学长征医院骨科 200003 上海市)

【摘要】目的:探讨人工颈椎间盘置换(artificial cervical disc replacement,ACDR)术后假体周围骨吸收的发生情况,并分析假体周围骨吸收的影像学特点。**方法:**回顾性分析 2009 年 1 月~2016 年 8 月 67 例因颈椎行 ACDR 患者的临床资料。其中男 38 例,女 29 例,平均年龄 41.4±6.1 岁,平均随访时间 88.6±14.5 月。术前诊断为脊髓型颈椎病患者 41 例,神经根型颈椎病患者 21 例,混合型颈椎病患者 5 例。手术节段 C3/4 者 8 例,C4/5 者 18 例,C5/6 者 30 例,C6/7 者 11 例。根据末次随访时有无骨吸收出现,将纳入病例分成为骨吸收组(A 组,25 例)和无骨吸收组(B 组,42 例)。对术后假体周围骨吸收的发生率、分级、影像学参数特点以及手术相关并发症的情况进行统计分析。**结果:**术后半年、1 年、2 年、4 年、末次随访时的骨吸收发生率分别为 5.98%、7.46%、11.94%、26.87%、37.31%。末次随访时骨吸收发生在 C3/4 节段 3 例,C4/5 节段 7 例,C5/6 节段 11 例,C6/7 节段 4 例;其中 1 级骨吸收 12 例,2 级骨吸收 9 例,3 级骨吸收 4 例。末次随访时,影像学参数中两组的颈椎 ROM、手术节段 ROM、T1S、颈椎 Cobb 角无显著差异($P>0.05$);A 组 SVA 显著大于 B 组($P=0.02$)。A 组上位椎体终板矢状径、椎体高度显著小于下位椎体($P<0.05$)。术后并发症情况比较,声音嘶哑、吞咽困难、自发融合情况两组间无显著差异;A 组轴性疼痛的发生率显著高于 B 组($P=0.02$)。**结论:**ACDR 术后假体周围骨吸收较常见,多数假体周围骨吸收为 1~2 级,且上位椎体骨吸收程度更为显著。术后假体周围骨吸收患者随访期间轴性疼痛发生率更高。

【关键词】骨吸收;人工颈椎间盘置换术;颈椎病;并发症

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2020.12.07

中图分类号:R318.17,R619 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2020)-12-1097-06

Periprosthetic bone loss after artificial cervical disc replacement: an imaging study/WANG Jianxi, CHEN Huajiang, ZANG Fazhi, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2020, 30(12): 1097-1102

【Abstract】 Objectives: To investigate the incidence of periprosthetic bone loss(PBL) after artificial cervical disc replacement(ACDR), and analyze the imaging characteristics of PBL. **Methods:** 67 patients treated by ACDR from January 2009 to August 2016 were retrospectively reviewed. There were 38 males and 29 females with an average age of 41.4±6.1 years. The mean follow-up time was 88.6±14.5 months. There were 41 patients with cervical spondylotic myelopathy, 21 patients with cervical spondylotic radiculopathy and 5 patients with cervical radiculomyelopathy. According to the occurrence of PBL, the patients were divided into PBL group(group A, 25 cases) and no PBL group(group B, 42 cases). The incidence, classification, imaging characteristics of PBL and operation related complications were analyzed. **Results:** Incidence rate of PBL was 5.98%, 7.46%, 11.94%, 26.87% and 37.31% at 6 months, 1 year, 2 years, 4 years postoperatively and final follow-up, respectively. At final follow-up, PBL observed at C3/4 in 3 cases, C4/5 in 7 cases, C5/6 in 11 cases and C6/7 in 4 cases. There were 12 cases of grade 1, 9 cases of grade 2 and 4 cases of grade 3 PBL. At final follow-up, there was no significant difference in cervical ROM, segment ROM, T1S and Cobb angle between the two groups($P>0.05$). SVA in group A was significantly higher than that in group B($P=0.02$). In PBL group, the sagittal diameter and height of the upper vertebral body were significantly smaller than

第一作者简介:男(1982-),主治医师,医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(021)81885985 E-mail:wjx030@163.com

通讯作者:袁文 E-mail:yuanwenspine@163.com

those of the lower vertebral body ($P<0.05$). There was no significant difference in hoarseness, dysphagia and spontaneous fusion between the two groups. The incidence of axial pain in group A was significantly higher than that in group B ($P=0.02$). **Conclusions:** PBL is commonly observed after ACDF. Most of the PBL is grade 1-2, and PBL in the upper vertebral body usually is more serious. The incidence of axial pain is higher in patients with PBL.

【Key words】 Periprosthetic bone loss; Artificial disc replacement; Cervical spondylosis; Complications

【Author's address】 Department of Orthopedics, Changzheng Hospital Affiliated to Naval Military Medical University, Shanghai, 200003, China

在颈椎病的外科治疗中,目前颈前路减压植骨融合内固定术(anterior cervical discectomy and fixation,ACDF)应用最为广泛,具有创伤小、恢复快、直接神经减压、疗效确切等优势^[1,2]。然而,由于ACDF术后融合节段丧失活动度,相邻节段的应力负担增加,导致术后ASD的发生^[3]。据报道,术后ASD的发生率可高达26%^[4]。人工颈椎间盘置换术(artificial cervical disc replacement,ACDR)的设计初衷是保留手术节段的活动度,理论上能够缓解对邻近节段的影响。相关研究显示,ACDR手术临床疗效与ACDF手术相当,并且一定程度上减少ASD的发生率^[5]。但ACDR手术后异位骨化(HO)、假体移位、自发性融合等并发症的报道并不少见^[6,7]。假体周围骨吸收(periprosthetic bone loss,PBL)常见于ACDR手术后,但目前国内外报道相对较少。PBL常见于与假体相接触的椎体前缘、上下相邻终板。轻度骨吸收并不会引起临床症状,因此并不被临床重视。为进一步探讨Discover人工椎间盘置换术后PBL的发生情况及其对临床疗效的影响。笔者对我院行ACDR手术治疗的颈椎病患者进行回顾性分析。

1 资料和方法

1.1 一般资料

回顾性分析2009年1月~2016年8月因脊髓型颈椎病、神经根型颈椎病或混合型颈椎病于本治疗组行颈前路减压人工椎间盘置换术的患者。所有患者术前均行颈椎正侧位片、过伸过屈位片、颈椎CT+三维重建、颈椎MRI检查。根据症状、体征、影像学检查诊断明确。术前经营养神经、对症、理疗、脱水等保守治疗效果欠佳,并且排除颈椎不稳、畸形、骨质疏松、后纵韧带骨化症、骨代谢性疾病、感染等疾病。纳入标准:C3-7单节段ACDR手术;随访时间大于4年,随访资料齐全。采用多节段ACDR和混搭技术治疗的患者不纳

入本研究。所有患者采用标准的ACDR手术方案治疗,全部采用Discover假体(Depuy Spine),术后常规定期随访^[8]。

本组共67例患者纳入研究,其中男38例,女29例,平均年龄 41.4 ± 6.1 岁。术前病程平均 11.9 ± 6.9 个月,术后平均随访时间 88.6 ± 14.5 个月。术前诊断为脊髓型颈椎病患者41例,神经根型颈椎病患者21例,混合型颈椎病患者5例。C3/4节段手术患者8例;C4/5节段18例;C5/6节段30例;C6/7节段11例。根据末次随访时有无骨吸收出现,将纳入病例分成为骨吸收组(A组,25例)和无骨吸收组(B组,42例)。

1.2 PBL的诊断

在本研究中,我们对假体相邻上下终板的前后径、邻近椎体高度进行了测量,影像学测量采用AGFA IMPAX系统。随访时的测量结果与术后即可的测量结果进行比较,如果上下终板前后径或者相邻椎体高度降低超过1mm,则定义为PBL。

根据Heo等^[9]2017年提出的ACDR术后骨吸收分级系统对本组患者的骨吸收情况进行分级:1级,手术节段椎前骨赘消失或椎体前缘小部分骨质吸收;2级,椎体前缘骨吸收,但没有超过人工椎间盘假体的前缘,影像学上人工椎间盘假体前缘没有超过椎体前缘;3级,由于椎体前方骨吸收,人工椎间盘假体前缘超过椎体前缘(图1)。

1.3 测量指标

手术节段活动度(ROM)的测量:测量颈椎过伸过屈位X线片上手术节段上位椎体上终板和下位椎体下终板间的角度变化值(图2)。椎体终板矢状径、椎体高度的测量方法如图3所示。颈椎矢状位序列参数包括C2-7 Cobb角、C2-7矢状面垂直轴(sagittal vertical axis,SVA)、T1倾斜角(T1-slop,T1S),具体测量方法如图4所示。

1.4 统计方法

采用SPSS 17.0统计软件(SPSS公司,美国)

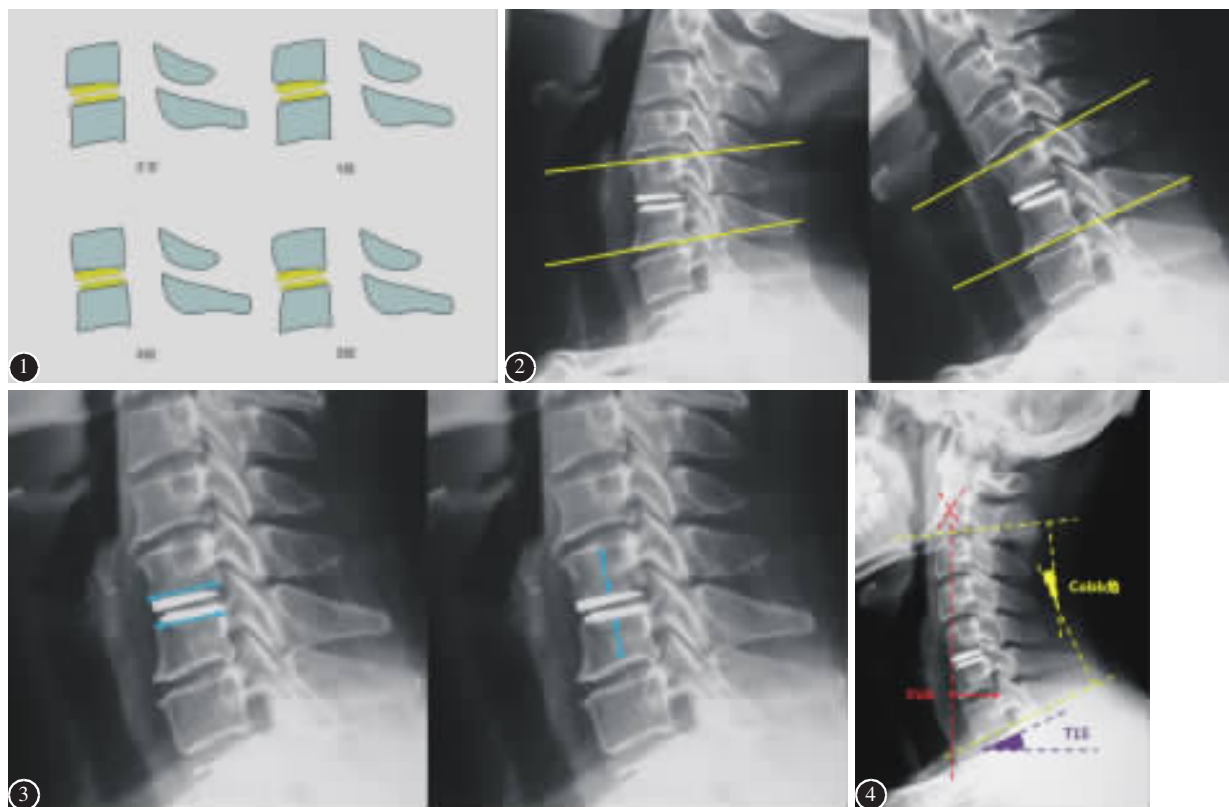


图1 ACDR 术后骨吸收分级系统 图2 手术节段 ROM 的测量 图3 椎体终板矢状径、椎体高度的测量 图4 颈椎矢状位参数的测量

Figure 1 Classification and grading system for bone loss after cervical arthroplasty **Figure 2** Measurement of ROM in surgical segment **Figure 3** Measurement of sagittal diameter of endplate and vertebral height **Figure 4** Measurement of cervical sagittal parameters

进行数据分析。计量资料数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 先行正态性检验, 符合正态分布的数据, 组间比较采用 t 检验, 组内比较采用配对 t 检验。计数资料采用卡方检验, 或 Fisher 精确概率检验。检验水准 α 值取双侧 0.05。

2 结果

2.1 ACDR 术后 PBL 的发生率分析

随着随访时间的延长, PBL 发生率逐渐增高。术后半年, 67 例患者中有 4 例发生 PBL, 发生率为 5.98%; 术后 1 年时为 5 例 (7.46%); 术后 2 年时为 8 例 (11.94%); 术后 4 年时为 18 例 (26.87%); 末次随访时为 25 例 (37.31%), 其中 C3/4 节段 3 例; C4/5 节段 7 例; C5/6 节段 11 例; C6/7 节段 4 例。

末次随访时, PBL 发生于上下邻近终板者 8 例; 发生于上下邻近椎体前缘者 6 例; 发生于终板+椎体前缘者 11 例 (图 5)。根据 Heo 等^[9]的 PBL

分级系统, 1 级骨吸收 12 例, 2 级骨吸收 9 例, 3 级骨吸收 4 例。

2.2 骨吸收组与无骨吸收组的临床数据比较

两组的临床一般资料见表 1, 两组在性别、年龄、病程、术前诊断、手术节段、随访时间方面并无统计学差异 ($P > 0.05$)。

2.3 两组末次随访时影像学参数的比较

末次随访时对两组影像学参数进行比较, 其中颈椎 ROM、手术节段 ROM、T12、颈椎 Cobb 角两组间比较无显著差异 ($P > 0.05$); A 组 SVA 显著大于 B 组 ($P = 0.02$, 表 2)。A 组上位椎体终板矢状径、椎体高度显著小于下位椎体 ($P < 0.05$, 表 3)。

2.4 两组间术后并发症情况的比较分析

术后并发症情况比较, 声音嘶哑、吞咽困难、自发融合情况两组间无显著差异; A 组轴性疼痛的发生显著高于 B 组 ($P < 0.05$, 表 4)。

3 讨论

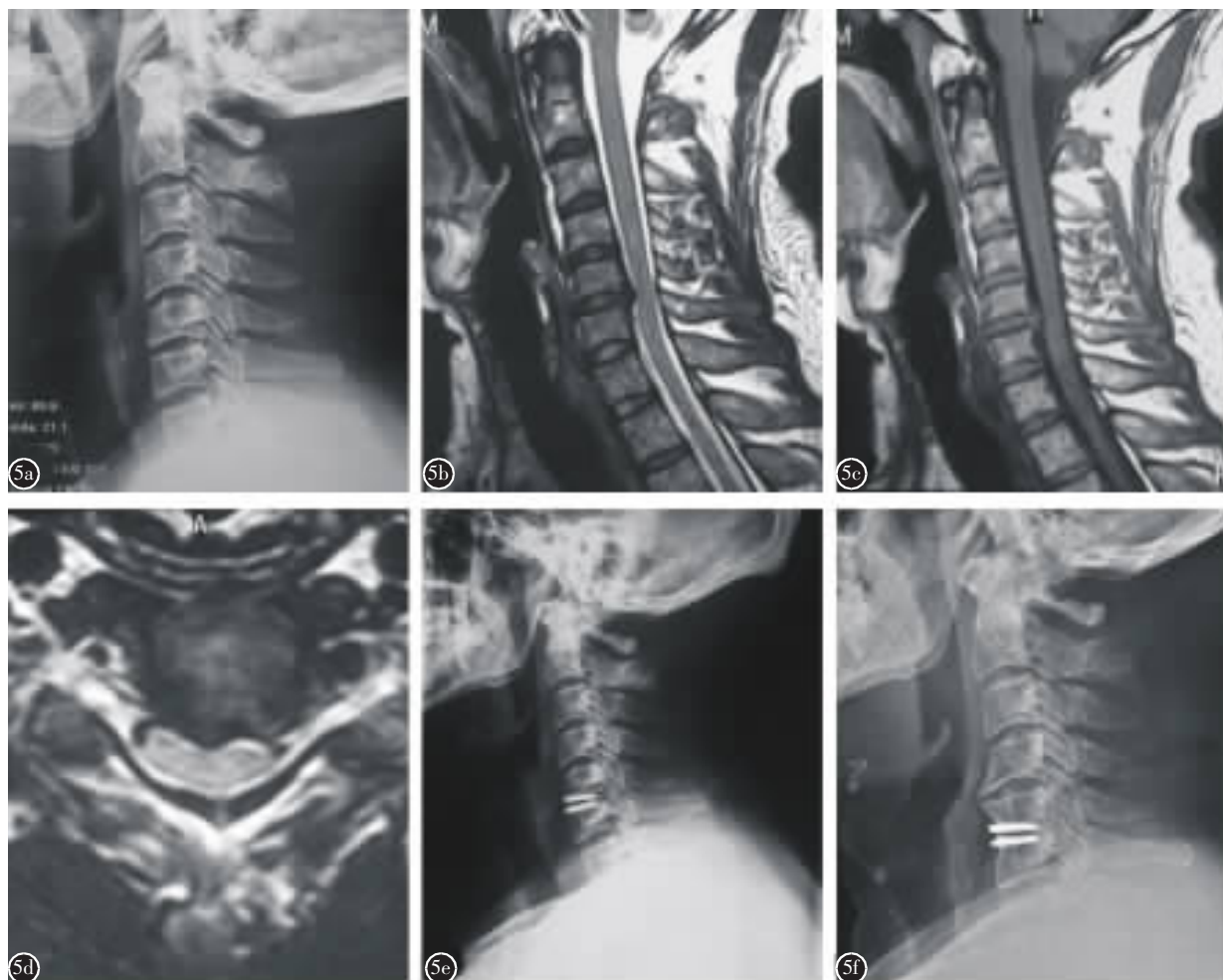


图5 41岁男性患者,脊髓型颈椎病 a术前颈椎侧位 b~d术前MRI显示C5/6椎间盘突出,脊髓受压 e术后颈椎侧位片 f术后7年随访,颈椎侧位X线片显示3级骨吸收

Figure 5 A 41 year old male patient with cervical spondylotic myelopathy a Preoperative cervical lateral X-ray b~d Preoperative MRI showed C5/6 disc herniation, spinal cord compression e postoperative cervical lateral X-ray f 7-year follow-up, cervical lateral X-ray showed grade 3 PBL

关于人工关节置换术后骨吸收(Bone loss)现象的报道更多见于膝关节、髋关节置换术后。ACDR术后骨吸收在国内外相关报道仍然相对较少。究其原因,可能由于多数ACDR术后出现PBL仅为影像学表现,无临床症状,没有重视。而事实上,PBL现象在ACDR手术后同样普遍存在,不容忽视。目前国外文献中报道的PBL发生率为4.3%~60.4%^[9-11]。发生率报道差异的存在,可能是由于目前对于ACDR术后骨吸收尚缺少公认统一的诊断标准所导致。在国内,姜宇等2011年对单节段Bryan人工颈椎间盘置换术治疗的16例颈椎病患者进行了回顾性分析,平均随访24.1月,仅1例出现了PBL,发生率为6.25%^[12]。蒋涛等2011年回顾分析13例颈椎间盘突出

症患者,全部采用Bryan人工颈椎间盘置换术治疗,术后平均随访5.5年,随访期间仅1例出现骨吸收,其发生率为7.69%^[13]。本组病例中,随访期间内PBL的发生率高达37.31%。与既往研究的差异源自对PBL的诊断标准更为严格。本研究所采用的PBL诊断标准参考了Heo等^[9]于2017年提出的ACDR术后骨吸收分级系统,同时对假体相邻上下终板的前后径、邻近椎体高度进行了严格测量,对骨吸收的程度进行了量化,诊断的标准更为客观、严谨。

ACDR术后PBL是一个复杂的生理病理过程,多种因素共同参与了PBL的发生和发展^[14]。人工椎间盘假体置入后可在邻近椎体的骨面形成应力遮挡效应,诱导破骨细胞的活化,促进了骨吸收

表 1 两组间临床数据的比较

Table 1 Comparison of clinical data between two groups

	A组/Group A (n=25)	B组/Group B (n=42)
性别(男/女) Sex(M/F)	15/10	24/18
年龄(岁) Age(year)	40.6±5.8	41.9±6.2
术前病程(月) Clinical course(month)	13.4±6.3	11.0±7.1
术前诊断 Preoperative diagnosis		
脊髓型颈椎病 Cervical myelopathy	14	27
神经根型颈椎病 Cervical spondylotic radiculopathy	9	12
混合型颈椎病 Mixed cervical spondylosis	2	3
手术节段 Operative segment		
C3/4	3	5
C4/5	7	11
C5/6	11	19
C6/7	4	7
随访时间(月) Follow-up time	90.5±16.7	87.4±13.2

注:两组间比较 P>0.05

Note: Compared between two groups, P>0.05

表 2 两组间影像学参数的比较

Table 2 Comparison of imaging parameters between two groups

	A组/Group A (n=25)	B组/Group B (n=42)
颈椎 ROM(°) Cervical ROM	42.0±7.3	44.2±6.4
手术节段 ROM(°) ROM of operative segment	5.3±1.9	5.0±1.6
矢状面平衡参数 Sagittal plane equilibrium parameters		
T1 倾斜角(°) T1-slope	24.1±5.2	25.1±5.3
颈椎 Cobb 角(°) Cervical Cobb angle	13.6±2.9	14.3±3.3
矢状面垂直轴(mm) SVA	24.1±9.6	19.4±6.6 ^①

注:①与 A 组比较 P<0.05

Note: ①Compared with group A, P<0.05

表 3 骨吸收组手术节段上下邻近椎体影像学参数比较

Table 3 Comparison of imaging parameters of upper and lower adjacent vertebral bodies in bone resorption group

	上位椎体 Upper vertebrae	下位椎体 Inferior vertebra
终板矢状径 Sagittal diameter of endplate	18.4±0.8	18.6±0.9 ^①
椎体高度 Vertebral body height	14.4±0.9	14.5±0.9 ^①

注:①与上位椎体组比较 P<0.05

Note: ①Compared with upper vertebrae, P<0.05

表 4 两组间术后并发症的比较

Table 4 Comparison of postoperative complications between two groups

	A组/Group A (n=25)	B组/Group B (n=42)	P值 P value
声音嘶哑 Voice hoarse	3	5	1.00
吞咽困难 Dysphagia	1	2	1.00
轴性疼痛 Axial pain	5	1	0.02
自发融合 Spontaneous fusion	1	2	1.00

的形成和发展。骨面与假体界面可能存在长期微动,并直接造成交界区骨面的磨损和骨质破坏,交界区骨量减少直接参与了 PBL 的发生。人工椎间盘假体在体内活动时不可避免会出现磨损并产生磨损颗粒。Bryan 人工椎间盘假体的体外研究发现,磨损微粒分布在假体周围组织中,与 PBL 的发生有关^[5]。这些微小的磨损微粒可以直接导致间充质干细胞的凋亡,也能够抑制间充质干细胞向成骨细胞的转化。磨损颗粒可以激活单核细胞、巨噬细胞,诱导其分泌 TNF-α、IL-6、IL-1β、M-CSF 等炎症因子,进而促进破骨细胞的活化,诱导 PBL 的发生。活化的单核细胞、巨噬细胞也可通过 RANKL/RANK 信号通路诱导破骨细胞的前体细胞分化成为成熟的破骨细胞,加速 PBL 过程^[6]。此外,假体周围骨质疏松、微骨折的出现、无菌炎症的形成都可能参与了与 PBL 的发生与演进过程。

不同种类的假体术后出现 PBL 仍有所不同。目前文献中报道的 PBL 最多见于 Bryan 人工椎间盘。Bryan 人工椎间盘前方的突起可以限制假体的后移同时提供植入时的把持作用。然而,PBL 往往出现在 Bryan 假体前方突起附近。研究显示在早期(术后 3 个月)就可在假体周围出现骨吸收,6 个月后骨吸收程度可趋于稳定^[10]。Prodisc-C 人工椎间盘的机构有所不同,假体置入时需要在上下椎体正中部制备骨槽以匹配假体的中央嵴。术后随访发现,Prodisc-C 假体植入术后,PBL 多出现于假体中央嵴周围,且多位于头端的邻近椎体,尤其是中央嵴后部骨吸收更为严重^[7]。Discover 人工椎间盘相关 PBL 的报道目前仍然较少。根据本研究的结果显示,Discover 假体头端椎体 PBL 更为显著,骨吸收的部位多见于假体与终板接触部位以及椎体前缘。术中操作应重视

Discover假体的位置,确保假体型号选择合适并且位于椎体中线。此外,上下终板的处理是ACDR手术的关键环节。相比ACDF手术,ACDR手术对于上下终板的处理要求更高。上下终板与假体的贴合程度、“固定倒齿”与椎体终板的稳固结合直接关系到假体的正常功能和稳定性。

PBL虽然是ACDR术后的常见并发症,但多数仅仅为轻度的PBL。本组研究中,末次随访时骨吸收的总体发生率为37.31%。但25例骨吸收病例中1级和2级骨吸收共21例,占有骨吸收的84%;3级骨吸收仅4例。并且,绝大多数的PBL并没有与之相关的临床症状,仅限于影像学的表现,因此非常容易被临床忽视。但较为严重的3级骨吸收可能与术后患者轴性症状相关。患者的轴性症状往往并不严重,通过保守治疗能够改善。轴性症状的出现可能与术后颈椎序列改变、颈椎生物力学稳定性、人工椎间盘假体磨损、颈椎的自然退变等因素相关。具体原因仍然有待进一步深化。从目前的中长期随访来看,PBL不会影响人工椎间盘置换术的中长期疗效,PBL对假体失败率影响较小。少数因PBL导致内固定失败的患者可以进行融合手术翻修。

本研究尚有不足之处,比如本研究仅仅回顾了单节段ACDR手术后PBL的发生情况,两节段ACDR手术后PBL的情况仍然值得随访研究。本研究病例样本量较小,随访时间较短,研究结论仍然需要高等级的研究证据进一步证实。此外,本研究重点针对PBL发生率以及影像学特点进行研究,PBL相关危险因素、发生的原因、预防及治疗措施等方面仍然有待进一步研究深化。

4 参考文献

- Buttermann GR. Anterior cervical discectomy and fusion outcomes over 10 years: a prospective study[J]. *Spine*, 2018, 43(3): 207-214.
- Uribe JS, Sangala JR, Duckworth EAM, et al. Comparison between anterior cervical discectomy fusion and cervical corpectomy fusion using titanium cages for reconstruction: analysis of outcome and long-term follow-up[J]. *Eur Spine J*, 2009, 18(5): 654-662.
- Bydon M, Xu R, Macki M, et al. Adjacent segment disease after anterior cervical discectomy and fusion in a large series [J]. *Neurosurgery*, 2014, 74(2): 139-146.
- Burns KM, O'Neill K, Bible JE, et al. Patient satisfaction af-

ter revision anterior cervical discectomy and fusion(ACDF) for adjacent segment disease: relationship to clinical outcomes, patient characteristics and cost-effectiveness[J]. *Spine J*, 2012, 12(9-suppl-S): S2-S3.

- Li J, Liang L, Ye XF, et al. Cervical arthroplasty with discover prosthesis: clinical outcomes and analysis of factors that may influence postoperative range of motion[J]. *Eur Spine J*, 2013, 22(10): 2303-2309.
- Chen J, Wang XW, Bai WS, et al. Prevalence of heterotopic ossification after cervical total disc arthroplasty: a meta-analysis[J]. *Eur Spine J*, 2012, 21(4): 674-680.
- Qi M, Chen HJ, Peng C, et al. Incidence and risk factors analysis of heterotopic ossification after cervical disc replacement[J]. *中华医学杂志(英文版)*, 2014, 127(22): 3871-3875.
- 梁磊, 王新伟, 袁文. 颈椎人工椎间盘手术相关问题的共识与争议[J]. *中华外科杂志*, 2010, 48(9): 706-708.
- Heo DH, Lee DC, Oh JY, et al. Bone loss of vertebral bodies at the operative segment after cervical arthroplasty: a potential complication[J]. *Neurosurgical Focus*, 2017, 42(2): E7.
- Kim SH, Chung YS, Ropper AE, et al. Bone loss of the superior adjacent vertebral body immediately posterior to the anterior flange of Bryan cervical disc[J]. *Eur Spine J*, 2015, 24(12): 2872-2879.
- Hacker FM, Babcock RM, Hacker RJ. Very late complications of cervical arthroplasty: results of 2 controlled randomized prospective studies from a single investigator site [J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2013, 38(26): 2223-2226.
- 姜宇, 田野, 王以朋, 等. Bryan人工颈椎间盘置换术治疗颈椎病的中期疗效观察[J]. *中国骨与关节外科*, 2011, 21(5): 20-23.
- 蒋涛, 任先军, 王卫东, 等. Bryan人工颈椎间盘置换术后中长期临床疗效及相关问题分析[J]. *脊柱外科杂志*, 2011, 9(5): 268-272.
- Joaquim AF, Lee NJ, Lehman RA, et al. Osteolysis after cervical disc arthroplasty [J]. *Eur Spine J*. 2020, 29 (11): 2723-2733.
- Anderson PA, Rouleau JP, Bryan VE, et al. Wear analysis of the Bryan cervical disc prosthesis [J]. *Spine*, 2003, 28 (Supplement): S186-S194.
- Sukur E, Akman YE, Ozturkmen Y, et al. Particle disease: a current review of the biological mechanisms in periprosthetic osteolysis after hip arthroplasty[J]. *Open Orthopaedics J*, 2016, 10(1): 241-251.
- Tumialán LM, Gluf WM. Progressive vertebral body osteolysis after cervical disc arthroplasty[J]. *Spine*, 2011, 36(14): E973-978.

(收稿日期:2020-08-25 修回日期:2020-10-23)

(英文编审 谭 啸)

(本文编辑 彭向峰)