

颈椎下终板形态对人工颈椎间盘置换术后临床疗效的影响

史晓萌¹ 李春根^{2△} 柳根哲² 尹辛成² 陈超² 郑皓云² 祝永刚² 赵思浩²

[摘要] **目的:**观察颈椎下终板形态对人工颈椎间盘置换术(Artificial Cervical Disc Replacement, ACDR)的影响。**方法:**回顾性分析2018年1月至2020年9月收治的行单节段ACDR的颈椎病患者44例。根据术前颈椎下终板穹隆顶点位置将患者分为3组:A组(I型),穹隆顶点位置靠前;B组(II型),穹隆顶点位置居中;C组(III型),穹隆顶点位置靠后。比较患者的临床评分和影像学参数,并按Odom's标准评定治疗效果。**结果:**椎体下终板矢状径平均为 (17.13 ± 2.62) mm,下终板穹隆高度平均为 (2.18 ± 0.75) mm。终板形态分布:I型8例(18%),II型13例(30%),III型23例(52%)。术后平均随访 (21.73 ± 8.62) 个月,VAS、NDI评分较术前下降,差异有统计学意义($P < 0.05$);JOA评分较术前升高,改善率为73.13%,差异有统计学意义($P < 0.05$)。与术前相比,FSU、SVA、手术节段活动度及整体活动度,差异有统计学意义($P < 0.05$); $C_2 \sim C_7$ Cobb角、 T_1 倾斜角差异无统计学意义($P > 0.05$)。3组终板形态之间, $C_2 \sim C_7$ Cobb角在末次随访时差异有统计学意义($P < 0.05$)。邻近节段退变(ASD)2例(4.55%)。Odom's标准评定结果:优25例,良13例,可4例,差2例,优良率为86.36%。**结论:**ACDR术后短期随访临床疗效满意,颈椎下终板形态对术后颈椎整体曲度恢复产生一定影响。

[关键词] 颈椎病;人工颈椎间盘置换术;终板形态;临床疗效;颈椎曲度

[中图分类号] R681.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2022)05-0016-07

Efficacy of Inferior Endplate Morphology on Clinical Effect of Artificial Cervical Disc Replacement

SHI Xiaomeng¹ LI Chungeng^{2△} LIU Genzhe² YIN Xincheng²
CHEN Chao² ZHENG Haoyun² ZHU Yonggang² ZHAO Sihao²

¹ Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China;

² Beijing Hospital of Traditional Chinese Medicine, Capital Medical University, Beijing 100010, China.

Abstract Objective: To observe the efficacy of inferior endplate morphology on artificial cervical disc replacement (ACDR). **Methods:** A retrospective analysis was performed on 44 patients with ACDR with cervical spondylosis admitted to hospital from January 2018 to September 2020. Patients were divided into three groups according to the position of the apex of the lower endplate dome: group A (type I), the dome apex was located in front; group B (type II), the dome apex was located in the middle; group C (type III), the dome apex was located at the back. The clinical scores and imaging parameters of patients with different endplate morphology before and after operation and in each group were compared, and the treatment efficacy was evaluated according to Odom's standard. **Results:** The sagittal diameter of the upper endplate was recorded as (17.13 ± 2.62) mm, and the average dome height of the lower endplate was recorded as (2.18 ± 0.75) mm. Endplate morphology distribution was recoded as 8 cases in type I (18%), 13 cases in type II (30%), 23 cases in type III (52%). They were followed up by (21.73 ± 8.62) months. Compared with the preoperative results, the VAS and NDI scores were shown statistically significant differences ($P < 0.05$). The improvement rate of JOA score was recorded as 73.13% and the difference was shown statistically significant ($P < 0.05$). Compared with before operation, FSU, SVA, range of activity of operation segment and total activity were shown significantly different ($P < 0.05$). C_2 to

C_7 Cobb angle and T_1 inclination angle were shown no significant difference ($P > 0.05$). The difference of C_2 to C_7 Cobb angle between the three groups at the last follow-up was shown statistically significant ($P < 0.05$). Adjacent seg-

¹ 北京中医药大学(北京,100029)

² 首都医科大学附属北京中医医院骨科

[△]通信作者 E-mail:Leechungen@126.com

ment degeneration (ASD) was occurred in 2 cases (4.55%). Odom's standard evaluation results were recorded as excellent 25 cases, good 13 cases, fair 4 cases, poor 2 cases, excellent and good rate 86.36%. **Conclusion:** The clinical efficacy of patients after ACDR is satisfactory, the shape of endplate has influence on postoperative cervical curvature.

Keywords: cervical spondylosis; artificial cervical disc replacement; endplate morphology; clinical effects; cervical curvature

人工颈椎间盘置换术(Artificial Cervical Disc Replacement, ACDR)已成为治疗颈椎退行性病变的常规术式^[1],术后疗效受到广泛关注。大量的长期随访表明 ACDR 能够减少并发症,降低再手术率^[2-4]。有报告称颈椎下终板形态会影响 ACDR 的预后^[5]。椎体终板能够维持椎间盘物质代谢、稳定间盘内压力,对应力传导和分布具有重要作用^[6-7],但国内外关于终板形态的研究较少。本研究基于手术节段颈椎下终板形态分型特点,探讨术前颈椎下终板形态对 ACDR 术后疗效的影响,现报告如下。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

选择 2018 年 1 月至 2020 年 9 月在本院行 Mobi-C 单节段人工颈椎间盘置换术的患者。

1.2 诊断标准

参照《颈椎病的分型、诊断及非手术治疗专家共识(2018)》诊断标准^[8]。

1.3 纳入标准

1)符合上述诊断标准;2)年龄 30~70 岁;3) $C_3 \sim T_1$ 的单节段病变,患者存在对应节段神经根或脊髓损害的症状与体征;4)无明显椎间隙狭窄、无责任节段不稳;5)保守治疗 6 个月无效,具有手术指征;6)患者及家属知情同意。

1.4 排除标准

1)有强直性脊柱炎、类风湿关节炎、后纵韧带骨化症、脊柱肿瘤、骨质疏松等疾病;2)有严重的代谢性疾病及内分泌疾病;3)行颈椎前路减压融合术、前后路联合手术等。

1.5 方法

1.5.1 治疗方法 病人麻醉成功后取仰卧位,固定头部处于中立位,两肩之间垫软垫,常规消毒铺巾。采用前外侧入路,在颈前右侧横行切开皮肤,剥离皮下组织与颈阔肌,上下游离皮瓣,电凝止血。取胸锁乳突肌内侧缘切开深筋膜,钝性分离颈动脉鞘与内脏鞘,暴露椎体和椎间盘。手术节段暴露充分,C 臂机透视颈椎定位后,切开前纵韧带及纤维环,用椎体牵开器扩大手术节段椎间隙,用刮匙、髓核钳清除髓核和纤维环,取病变椎间盘送病理检查,刮除软骨终板。用磨钻去除椎体前缘增生骨赘,用椎板咬骨钳咬除椎体后缘之骨赘,

椎间孔得到充分减压,可见后纵韧带及部分硬膜搏动。生理盐水彻底冲洗后,选择合适大小的人工间盘试模,制备终板骨槽,放置 Mobi-C 人工间盘假体,解除椎体牵开器。C 臂机透视正侧位位置满意,术区无活动性出血,放置负压引流管,清点器物无误,分层缝合切口,包扎。术后佩戴颈托 2 周,注意颈背部肌肉功能锻炼。

1.5.2 疗效评定方法 1)临床指标:(1)疼痛情况,采用视觉模拟评分法(Visual Analogue Scale, VAS)评价;(2)脊髓与神经根功能,采用日本骨科协会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)评分法进行评价;(3)颈椎功能情况,采用颈椎功能障碍指数(Neck Disability Index, NDI)评价。末次随访计算 JOA 改善率,JOA 改善率 = [(治疗后评分 - 治疗前评分) / (17 - 治疗前评分)] $\times 100\%$ 。

2)影像学指标:(1)终板测量:测量方法如图 1 所示。在术前 X 线侧位片上测量手术节段上下终板矢状径 \overline{AB} ;穹隆高度 \overline{OP} 即终板最凹点 O 与终板矢状径的垂直距离,若 $\overline{OP} < 1\text{ mm}$ 为平坦型, $\overline{OP} \geq 1\text{ mm}$ 为凹陷型^[9]。穹隆最高点位置:用 $\overline{AP}/\overline{AB}$ 百分比描述, $\leq 45\%$ 表示穹隆高度靠前,为 I 型; $45\% \sim 55\%$ 表示穹隆高度居中,为 II 型; $\geq 55\%$ 表示穹隆高度靠后,为 III 型。(2)颈椎曲度:在术前、术后即刻和末次随访时,在患者侧位 X 线片上测量颈椎整体曲度 $C_2 \sim C_7$ Cobb 角($C_2 \sim C_7$ 椎体下缘连线的夹角),以及置换节段脊柱功能单位(Functional Spine Unit, FSU)曲度(手术节段上邻椎的上缘与下邻椎的下缘连线夹角);颈椎矢状位序列参数 $C_2 \sim C_7$ 矢状面垂直轴(Sagittal Vertical Axis, SVA)、 T_1 倾斜角($T_1\text{ slop}$, $T_1\text{ S}$)。(3)颈椎活动度(Range of Motion, ROM):分别在手术前、术后即刻和末次随访时,通过过伸过屈位 X 线片测量患者的置换节段、相邻节段活动度。

3)并发症的评价:邻近节段影像学退变^[10-12]。(1)间盘出现退变,如椎间隙高度下降超过 10% ;(2)动力位 X 线片上,相邻椎体水平移位 $> 3.5\text{ mm}$ 或相邻椎体角 $> 11^\circ$;(3)椎管狭窄或者椎间盘突出;(4)节突关节、钩椎关节增生、肥大;(5)骨赘形成 $> 3\text{ mm}$;(6)终板硬化和/或前纵韧带的钙化或骨化。满足以上标准之一,即可确诊为邻近节段退变(ASD)。

在末次随访时,采用 Odom's 标准对疗效进行评



图1 终板测量方法(\overline{AB} 为上下终板矢状径, O 为穹隆顶点, \overline{OP} 为穹隆高度)

价,分为优、良、可、差四级,优良率=[(优例数+良例数)/总例数] $\times 100\%$ 。

表1 三组患者基线资料比较

组别	性别		年龄/岁 ($\bar{x}\pm s$)	手术节段			
	男/例	女/例		C _{3~4} /例	C _{4~5} /例	C _{5~6} /例	C _{6~7} /例
A组	7(88%)	1(12%)	54.50 \pm 6.23	0(0.0%)	3(37.5%)	4(50.0%)	1(12.5%)
B组	3(23%)	10(77%)	45.85 \pm 8.25	0(0.0%)	0(0.0%)	12(92.0%)	1(8.0%)
C组	13(57%)	10(43%)	51.65 \pm 8.86	3(13.0%)	5(22.0%)	13(56.0%)	2(9.0%)
统计检验值	$\chi^2=8.59$		$F=3.200$	$\chi^2=9.028$			
P	0.014		0.051	0.172			

本研究共涉及44个手术节段。椎体下终板矢状径为(17.13 \pm 2.62) mm,下终板穹隆高度为(2.18 \pm 0.75) mm,凹陷型为37例(84%),平坦型为7例(16%)。根据穹隆顶点位置分类,I型为8例(18%),

1.6 统计学方法

采用SPSS 24.0软件进行统计学处理,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,计数资料以“例(%)”表示。治疗前后采用配对样本 t 检验。组间比较采用单因素方差分析,分类变量资料采用卡方检验。 $P<0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

2018年1月至2020年9月,行单节段ACDR术式治疗颈椎退行性疾病并符合纳入标准的患者44例。其中男24例,女20例;年龄30~70岁,平均(50.31 \pm 8.71)岁;手术节段C_{3~4}者3例,C_{4~5}者9例,C_{5~6}者29例,C_{6~7}者3例。手术时间为2~3 h,平均为(2.03 \pm 0.51) h。术后随访时间平均为(21.73 \pm 8.62)个月。根据术前X线片测量下终板穹隆最高点位置,将患者分为:I型,穹隆位置靠前(A组,8例);II型,穹隆位置居中(B组,13例);III型,穹隆位置靠后(C组,23例)。

2.2 终板形态测量

表2 三组终板形态的测量和比较结果($\bar{x}\pm s$)

项目	A组($n=8$)	B组($n=13$)	C组($n=23$)	F	P
下终板矢状径/mm	18.02 \pm 2.20	16.33 \pm 2.46	17.28 \pm 2.81	1.113	0.34
下终板穹隆高度/mm	2.77 \pm 0.66	2.21 \pm 0.69	1.97 \pm 0.73	3.796	0.06
穹隆顶点位置/%	38.58 \pm 3.75	48.88 \pm 2.66	63.07 \pm 10.55	128.190	<0.01

2.3 术后临床疗效比较

术后即刻和末次随访时,所有患者的VAS、NDI评分较术前均显著下降,与术前相比差异有统计学

II型为13例(30%),III型为23例(52%)。3组椎体下终板矢状径和穹隆高度的差异无统计学意义($P>0.05$),下终板穹隆顶点位置的差异有统计学意义($P<0.05$),见表2。

意义($P<0.05$);患者的JOA评分较术前显著升高,平均改善率为73.13%,差异有统计学意义($P<0.05$),见表3。

表3 患者手术前后VAS、JOA、NDI评分比较($\bar{x}\pm s$,分)

项目	术前	术后即刻	末次随访
VAS评分	5.30 \pm 0.95	3.05 \pm 1.49 ¹⁾	1.27 \pm 0.95 ¹⁾
JOA评分	10.68 \pm 1.71	12.82 \pm 1.73 ¹⁾	15.25 \pm 1.10 ¹⁾
NDI评分	19.32 \pm 4.00	11.86 \pm 4.12 ¹⁾	3.32 \pm 1.62 ¹⁾

注:1)与术前比较, $P<0.05$ 。

2.4 颈椎曲度和活动度比较

颈椎曲度:与术前相比,术后即刻与末次随访时的

FSU、C_{2~7} SVA均增大,差异有统计学意义($P<0.05$),C_{2~7} Cobb角、T₁斜率变化不明显,差异无

统计学意义($P>0.05$)。

颈椎活动度:与术前相比,术后即刻、末次随访时

的 $C_2\sim C_7$ ROM、手术节段活动度较术前有明显改善,差异均有统计学意义($P<0.05$),见表 4。

表 4 患者手术前后颈椎曲度与活动度比较($\bar{x}\pm s$)

项目	术前	术后即刻	末次随访
$C_2\sim C_7$ Cobb 角/(°)	15.11±9.13	13.72±9.36	14.20±9.81
FSU/(°)	3.41±2.41	7.71±6.68 ¹⁾	7.52±6.09 ¹⁾
$C_2\sim C_7$ SVA/mm	11.46±4.69	5.10±8.84 ¹⁾	13.99±7.44 ¹⁾
T_1S /(°)	23.74±6.61	23.14±4.93	22.71±4.61
$C_2\sim C_7$ ROM/(°)	11.05±16.08	17.94±13.23 ¹⁾	17.13±12.85 ¹⁾
手术节段 ROM/(°)	1.29±10.33	13.71±9.48 ¹⁾	10.89±6.41 ¹⁾

注:1)与术前比较, $P<0.05$ 。

2.5 三组终板随访结果比较

三组患者的 VAS 评分、NDI 评分及 JOA 评分差异无统计学意义($P>0.05$)。在影像学方面,三组患者测量的 FSU、手术节段 ROM 以及 $C_2\sim C_7$ ROM 差异均无统计学意义($P>0.05$)。三组之间的 $C_2\sim C_7$ Cobb 角在末次随访时差异有统计学意义($P<0.05$)，事后多重比较显示 I 型和 III 型的值差异有统计学意义(差值为 9.41, $P=0.043$),见表 5。

表 5 三组患者手术前后疗效比较($\bar{x}\pm s$)

项目	时间	A 组($n=8$)	B 组($n=13$)	C 组($n=23$)	F	P
VAS 评分/分	术前	5.00±0.53	5.31±1.18	5.39±0.94	0.489	0.617
	术后即刻	2.63±1.41	3.38±1.85	3.00±1.49	0.652	0.526
	末次随访	1.13±1.24	1.23±0.72	1.35±0.95	0.175	0.840
JOA 评分/分	术前	9.88±1.89	11.15±1.21	10.70±1.84	1.415	0.254
	术后即刻	12.25±2.05	13.31±1.44	12.74±1.76	0.976	0.385
	末次随访	14.75±1.58	15.23±0.93	15.43±1.10	1.156	0.325
NDI 评分/分	术前	19.00±3.50	19.00±4.30	19.61±4.14	0.122	0.886
	术后即刻	11.13±3.09	12.62±1.38	11.70±0.83	0.353	0.704
	末次随访	3.25±1.49	3.38±1.66	3.30±1.72	0.018	0.982
$C_2\sim C_7$ Cobb 角/(°)	术前	16.81±11.68	14.33±9.57	14.96±8.24	0.183	0.834
	术后即刻	13.14±8.17	16.48±9.33	12.36±9.78	0.817	0.449
	末次随访	21.23±5.88	14.12±9.65	11.82±9.39	3.266	0.048
FSU/(°)	术前	3.26±3.76	3.28±2.27	3.53±1.99	0.061	0.941
	术后即刻	5.72±3.10	8.38±8.06	8.02±6.85	0.432	0.652
	末次随访	9.19±6.14	7.67±7.16	6.85±5.58	0.431	0.652
$C_2\sim C_7$ ROM/(°)	术前	18.02±2.20	16.33±2.46	17.28±2.81	1.113	0.088
	术后即刻	21.41±11.94	23.59±12.99	13.54±12.69	2.986	0.062
	末次随访	21.29±8.08	20.09±13.35	14.00±13.53	1.479	0.240
手术节段 ROM/(°)	术前	-0.25±10.98	2.76±11.11	0.92±10.05	0.204	0.817
	术后即刻	15.58±8.01	15.99±11.91	11.76±8.34	1.021	0.369
	末次随访	10.91±5.11	13.05±8.40	9.66±5.38	1.178	0.318

2.6 术后 ASD 的发生情况

44 例患者中有 2 例发生了邻近节段骨赘的增生,发生率为 4.55%。所有患者手术均顺利完成,术后均未出现重度吞咽困难、感染、大出血、神经症状加重等严重并发症。末次随访时,依据 Odom's 标准评定疗效:优 25 例,良 13 例,可 4 例,差 2 例,优良率为 86.36%。

2.7 典型病例

典型病例影像资料见图 2—图 4。

3 讨论

3.1 终板形态及特点

椎体终板由骨性终板和软骨终板组成,存在于椎

间盘和椎体之间。终板可以营养椎间盘并传递应力,对椎间盘的正常生理和整个脊柱的生物力学特性有重要的影响^[6]。椎体终板并非完全平坦,中央区域略有凹陷,尤其是椎体下终板。万志萍等^[9]对 404 例国人颈椎进行测量,发现终板凹陷深度为(1.70±0.42)mm,并且在性别和节段方面有差异。娄纪刚等^[13]对颈椎下终板冠状面测量,发现下终板宽度自 $C_3\sim C_7$ 逐渐增加, C_3 下终板穹隆高度最大,自 C_3 至 C_7 穹隆高度逐渐减小。在腰椎终板研究中发现终板穹隆高度是向下腰椎区域增加的。另外,在同一椎间盘间隙内上下终板的高度是不对称的,一般椎体下终板穹隆高度大于椎体上终板^[14]。因此,终板形态也表

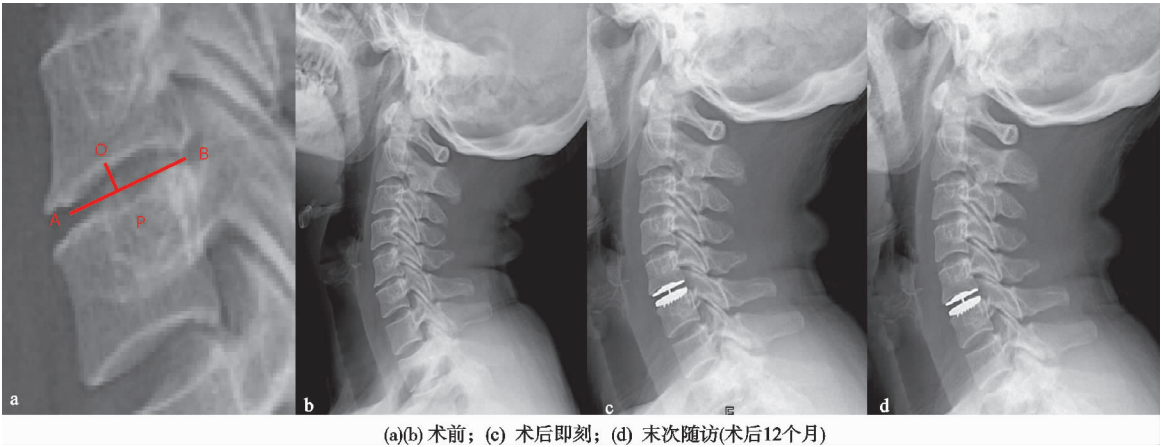


图2 患者1,女,56岁,术前穹隆顶点位置为42.36% ($\overline{AP}/\overline{AB}=6.1/14.4$),颈椎下终板形态为Ⅰ型

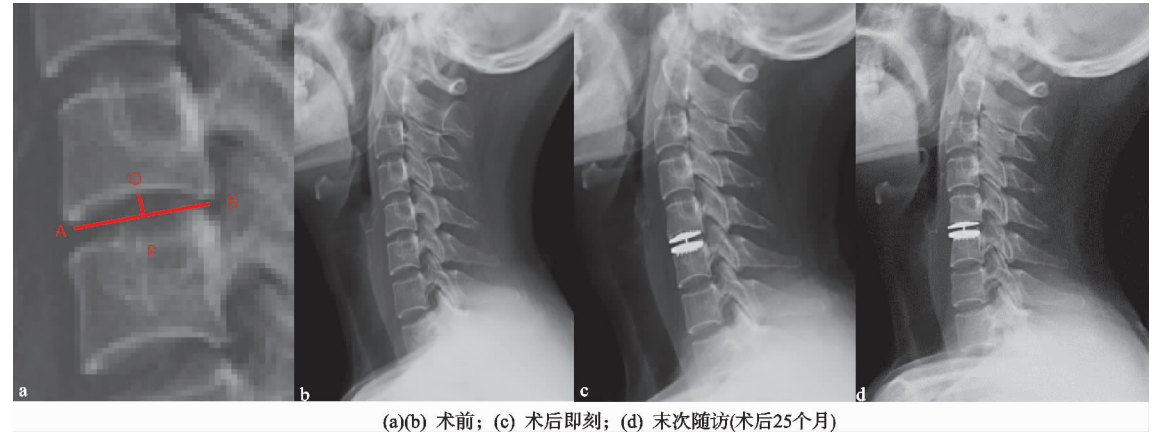


图3 患者2,女,35岁,术前穹隆顶点位置为49.25% ($\overline{AP}/\overline{AB}=6.6/13.4$),颈椎下终板形态为Ⅱ型

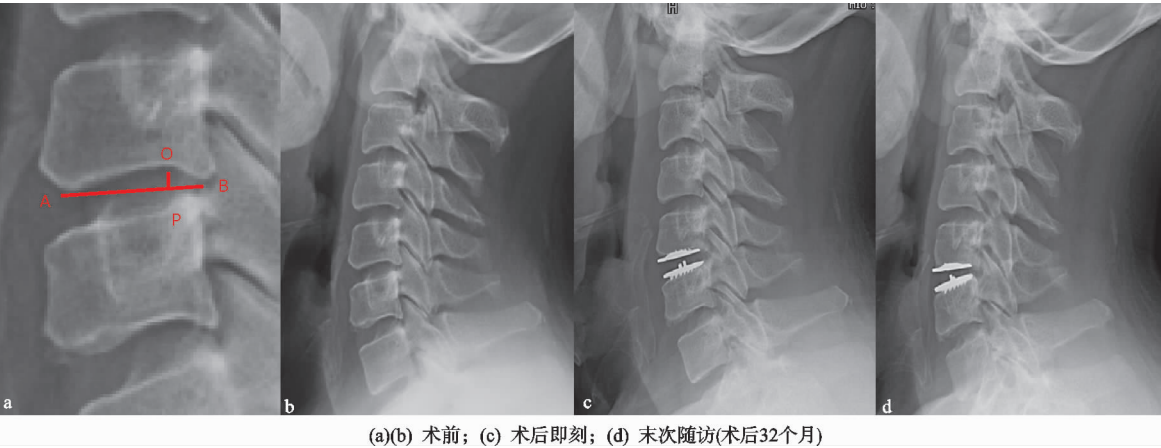


图4 患者3,女,49岁,术前穹隆顶点位置为60.37% ($\overline{AP}/\overline{AB}=9.9/16.4$),颈椎下终板形态为Ⅲ型

现出上下不一致的现象,通常矢状面上椎体下终板为凹陷型,椎体上终板为平坦型^[15];冠状面上分为弧形、平板形、不规则形^[13]。终板的穹隆顶点也并非居中,存在向前或者向后的偏移^[16]。同一终板内不同区域厚度不同,一般外周厚度大于中央^[17]。本研究中测量的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ型终板的穹隆顶点位置分别为39%、49%和63%,例数表现为Ⅰ型<Ⅱ型<Ⅲ型,其中Ⅲ型终板最多,占52%。

终板形态影响着椎间盘的负载情况,终板的应力分布随着终板屈曲顶点的改变而改变^[18]。垂直应力

可通过终板的分配由中央向外周移动,使得应力变均匀,减少椎间盘髓核的压力。另一方面,随着椎间盘的退变,终板形态也会发生改变。Duran等^[19]观察到腰椎退变使腰椎终板变平,且终板的扁平程度与椎间盘退变的严重程度相关。

终板形态对人工间盘的设计和改进行具有重要参考价值。目前常用的椎间盘假体多为平板型,未考虑到椎体下终板凹陷型特点,可能导致假体与椎体的不匹配。另一方面,即使考虑到终板这种凹陷型的解剖特点,但设计的穹隆顶点多居中。笔者研究的结果显示,

以顶点居中为特征的Ⅱ型终板仅占 30%，顶点的分布有多样性，所以仍需对终板形态学做进一步精确研究，设计出更符合颈椎生理的人工间盘假体。

在 ACDR 手术过程中，为达到假体与终板解剖形态的最佳契合，对终板的处理有更高的要求。一方面，要对终板后缘彻底处理，以达到术后假体的坚固固定^[1]，同时也保留足够的人工椎间盘矢状面覆盖比，在一定程度上降低术后异位骨化的发生率^[20]。另外，终板后缘切除不够，会使假体终板与椎体下终板接触面积变小^[21]，界面应力增大，导致假体下沉^[22]。另一方面，若终板被切除过多，则假体固定不良，会造成术后假体的移位；倘若切除了过多力学强度较高的周边终板，保留相对薄弱的中央区域，则会显著降低终板的力学支持^[23]。

3.2 ACDR 的术后疗效

ACDR 治疗颈椎病的疗效是确切的。孙宇等^[24]短期随访观察 ACDR 术后 2 年内颈椎活动范围正常，患者恢复快，手术安全。长期的随访也证实^[2]，ACDR 的有效性和安全性可以等同于或优于 ACDF。一项 Meta 分析显示^[3]，ACDR 可预防 ASD 的发生和进展，术后 ASD 再手术率显著降低，异位骨化在术后较长时间随访中发生。本研究对 44 例患者进行短期随访，末次随访的 VAS、JOA 及 NDI 评分均显著改善，25 例患者术前的根性症状消失，ACDR 术后短期随访患者临床疗效满意。

保留颈椎活动度、改善颈椎曲度是 ACDR 术式设计的初衷。笔者的数据显示，在活动度方面，手术节段 ROM 和 C₂~C₇ ROM 与术前相比显著提高，末次随访保留了良好的活动度。在颈椎曲度方面，置换节段的 FSU 末次随访较术前增大约 3°，有局部后凸的趋势，与 Sears 等^[25]研究结果一致，他们对 67 例患者随访结果显示术后后凸平均增加 2°。C₂~C₇ SVA 有增大的趋势，术后即刻为 (15.10±8.84) mm，末次随访为 (13.99±7.44) mm，与术前 (11.46±4.69) mm 相比，差异均有统计学意义 ($P<0.05$)，这可能与术中椎间撑开器提升了椎间高度，使颈椎曲度增加，引起颈椎前倾有关。

终板形态对术后颈椎整体曲度恢复有影响。末次随访时 C₂~C₇ Cobb 角在Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ型终板的差异有统计学意义 (21.23°±5.88° vs 14.12°±9.65° vs 11.82°±9.39°)，其中Ⅰ型终板的颈椎曲度恢复更显著。另外，胡旭等^[26]研究发现终板形态可能与节段后凸相关，Ⅰ型终板术后节段性后凸发生率更高。总之，无论是整体曲度还是节段曲度，终板形态对术后颈椎曲度有影响，需长期随访来观察。

综上所述，ACDR 术后短期随访患者临床疗效满

意，保留了较好的活动度，在一定程度上改善了颈椎曲度。同时，终板形态可能对术后颈椎整体曲度恢复有影响。所以，应当注意颈椎终板形态的多样性，在设计人工间盘时需考虑个体化差异。本研究不足之处是样本量小、随访时间短，终板形态观察局限于手术节段，仍需要长时间和大样本的研究。

参考文献

- [1] 赵经纬, 何达, 田伟. 人工颈椎间盘置换术[J]. 骨科临床与研究杂志, 2018, 3(2): 117-118.
- [2] CAI S, TIAN Y, ZHANG J, et al. Efficacy and safety of total disc replacement compared with anterior cervical discectomy and fusion in the treatment of cervical disease: a meta-analysis[J]. Spine, 2020, 45(20): 1419-1425.
- [3] LATKA D, KOZLOWSKA K, MIEKISIAK G, et al. Safety and efficacy of cervical disc arthroplasty in preventing the adjacent segment disease: a meta-analysis of mid-to long-term outcomes in prospective, randomized, controlled multicenter studies [J]. Therapeutics and Clinical Risk Management, 2019, 15: 531-539.
- [4] BADVE S A, NUNL P D, KURRA S, et al. Review of long-term outcomes of disc arthroplasty for symptomatic single level cervical degenerative disc disease[J]. Expert Review of Medical Devices, 2018, 15(3): 205-217.
- [5] HU X, RONG X, LIU H, et al. Does preoperative inferior endplate morphology influence the outcomes of cervical disc arthroplasty at C5-C6 level: a retrospective study[J]. Clinical Neurology and Neurosurgery, 2020, 190: 105666.
- [6] 胡舟扬, 李新华, 崔健, 等. 椎体终板退变机制的研究进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(2): 182-187.
- [7] 张帆, 吕飞舟, 王洪立, 等. 颈椎终板生物力学与终板形态学及椎间盘退变的关系[J]. 国际骨科学杂志, 2012, 33(6): 358-361.
- [8] 杨子明, 李放, 陈华江. 颈椎病的分型、诊断及非手术治疗专家共识 (2018) [J]. 中华外科杂志, 2018, 56(6): 401-402.
- [9] 万志萍, 廖振华, 祝佳, 等. 国人颈椎终板矢状面形态学研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2018, 28(11): 1020-1025.
- [10] VAN ECK C F, REGAN C, DONALDSON W F, et al. The revision rate and occurrence of adjacent segment disease after anterior cervical discectomy and fusion: a study of 672 consecutive patients[J]. Spine, 2014, 39(26): 2143-2147.
- [11] PARK M S, KELLY M P, LEE D H, et al. Sagittal alignment as a predictor of clinical adjacent segment pathology requiring surgery after anterior cervical arthrodesis[J]. The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society, 2014, 14(7): 1228-1234.
- [12] HILIBRAND A S, ROBBINS M. Adjacent segment degeneration and adjacent segment disease: the consequences of spinal fusion? [J]. The Spine Journal: Official Journal

of the North American Spine Society, 2004, 4(6): 190S-194S.

- [13] 姜纪刚,刘浩,戎鑫,等. 颈椎下终板冠状面形态分型[J]. 中国矫形外科杂志, 2016, 24(7): 648-652.
- [14] VAN DER HOUWEN E B, BARON P, VELDHUIZEN A G, et al. Geometry of the intervertebral volume and vertebral endplates of the human spine[J]. *Annals of Biomedical Engineering*, 2010, 38(1): 33-40.
- [15] CHEN H, ZHONG J, TAN J, et al. Sagittal geometry of the middle and lower cervical endplates [J]. *European Spine Journal*, 2013, 22(7): 1570-1575.
- [16] 戎鑫,胡旭,刘浩,等. 颈椎骨性终板的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(12): 1113-1117.
- [17] PITZEN T, SCHMITZ B, GEORG T, et al. Variation of endplate thickness in the cervical spine [J]. *European Spine Journal*, 2004, 13(3): 235-240.
- [18] LANGRANA N, KALE S, EDWARDS W, et al. Measurement and analyses of the effects of adjacent end plate curvatures on vertebral stresses[J]. *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*, 2006, 6(3): 267-278.
- [19] DURAN S, CAVUSOGLU M, HATIPOGLU H, et al. Association between measures of vertebral endplate morphology and lumbar intervertebral disc degeneration[J]. *Can Assoc Radiol J*, 2017, 68(2): 210-216.
- [20] 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.
- [21] 陈华江,袁文. 人工颈椎间盘置换术的手术流程及技术要点[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2020, 30(12): 1133-1135.
- [22] DE BEER N, SCHEFFER C. Reducing subsidence risk by using rapid manufactured patient-specific intervertebral disc implants[J]. *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*, 2012, 12(11): 1060-1066.
- [23] CHENG C, ORDWAY N, ZHANG X, et al. Loss of cervical endplate integrity following minimal surface preparation[J]. *Spine(Philapa 1976)*, 2007, 32(17): 1852-1855.
- [24] 孙宇,潘胜发,张凤山,等. 颈椎人工椎间盘置换术治疗颈椎间盘疾患的早期临床观察[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006 16(2). 85-89.
- [25] SEARS W, DUGGAL N, SEKHON L, et al. Segmental malalignment with the Bryan cervical disc prosthesis-contributing factors[J]. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*, 2007, 20(2): 111-117.
- [26] 胡旭,戎鑫,刘浩,等. 颈椎下终板形态对 Prestige LP 人工颈椎间盘置换术疗效的影响[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(23): 2144-2149.

(收稿日期: 2021-11-11)

(上接第 15 页)

- [26] SHRIVASTAVA A K, SINGH H V, RAIZADA A, et al. Inflammatory markers in patients with rheumatoid arthritis[J]. *Allergol Immunopathol (Madr)*, 2015, 43(1): 81-87.
- [27] SARTELLI M, ANSALONI L, BARTOLETTI M, et al. The role of procalcitonin in reducing antibiotics across the surgical pathway[J]. *World J Emerg Surg*, 2021, 16(1): 15.
- [28] FU G, ZHAN H C, LI H L, et al. Association between procalcitonin and acute kidney injury in patients with bacterial septic shock[J]. *Blood Purif*, 2021, 50(6): 790-799.
- [29] NG K J, YU H C, HUANG TSENG H Y, et al. Modestly elevated serum procalcitonin levels in patients with rheumatoid arthritis free of active infection[J]. *Medicina(Kaunas)*, 2020, 56(10): 545.

(收稿日期: 2021-12-02)