

连续双节段颈椎前路杂合手术后邻近节段退变的临床观察

唐浩杰^{1,2} 刘忠瀚^{1,2} 吴官炜^{1,2} 赵思浩² 赵子义²
柳根哲² 尹辛成² 郑皓云² 陈超² 李春根^{2△}

[摘要] 目的:观察双节段颈椎前路杂合手术(Hybrid Surgery, HS)术后邻近节段退变(Adjacent Segment Degeneration, ASD)的发生发展。方法:回顾性分析 2015 年 2 月至 2022 年 9 月行双节段杂合手术的患者 49 例,根据杂合手术的两种手术方式的相对位置分为颈前路椎间融合术/人工颈椎间盘置换术(ACDF/ACDR 组)和 ACD/ACDF 组。术前和末次随访比较两组上下位邻近节段的日本骨科协会(JOA)评分、颈椎生理曲度、颈椎整体活动度(ROM)、颈椎退化程度 Rydman 分级、颈椎间盘退变 Miyazaki 分级、邻近节段退变新发率及手术并发症。结果:共纳入 ACDF/ACDR 组 15 例,ACDR/ACDF 组 34 例;男 27 例,女 22 例;年龄为(60.14±15.16)岁;随访时间为(36.00±12.13)个月。两组患者末次随访的 JOA 评分显著增加,差异有统计学意义($P<0.05$)。术后和术前相比,两组患者的颈椎生理曲度和颈椎整体活动度均无显著变化,差异无统计学意义($P>0.05$)。组间比较,两组患者的邻近节段退变新发率差异无统计学意义($P>0.05$),总体计算两组患者的下位邻近节段退变新发率为 36.7%,比上位邻近节段退变新发率 22.4%高,但差异无统计学意义($P>0.05$)。结论:多数患者在接受杂合手术前已经存在不同程度的邻近节段退变;杂合手术不同的手术方式选择并不会显著影响术后的症状改善和邻近节段退变的发生发展;杂合手术后的下位邻近节段退变新发率相比上位邻近节段更高,但无显著差异。

[关键词] 邻近节段退变;杂合手术;颈前路椎间融合术;人工颈椎间盘置换术;双节段

[中图分类号] R681.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2024)07-0061-08

DOI: 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.240711

Clinical Observation on Adjacent Segment Degeneration
in Two-Level Anterior Cervical Hybrid SurgeryTANG Haojie^{1,2} LIU Zhonghan^{1,2} WU Guanwei^{1,2} ZHAO Sihao² ZHAO Ziyi²
LIU Genzhe² YIN Xincheng² ZHENG Haoyun² CHEN Chao² LI Chungen^{2△}

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

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

Abstract Objective: To observe the occurrence and development of adjacent segment degeneration (ASD) after two-level anterior cervical hybrid surgery (HS). **Methods:** 49 patients who underwent double-segment HS from February 2015 to September 2022 were retrospectively analyzed. According to the relative positions of the two surgical methods of HS, it is divided into ACDF/ACDR group and the ACD/ACDF group. Japanese orthopedic association (JOA) scores, cervical spine physiological curvature, range of motion (ROM), Rydman classification, Miyazaki classification, new incidence rate of ASD and surgical complications of the upper and lower adjacent segments of the two groups were compared before surgery and at the final follow-up. **Results:** There were 15 cases in the ACDF/ACDR group and 34 cases in the ACD/ACDF group, 27 males and 22 females, age (60.14±15.16) years, follow-up time (36.00±12.13) months. The JOA scores of

the two groups at the last follow-up increased significantly. Compared with preoperative and postoperative, there were no significant changes in the physiological curvature and ROM of the cervical spine in the two groups. Comparing between groups, there was no significant difference in the new incidence rate of ASD between the two groups. The overall new incidence rate of ASD in the lower adjacent segments of the

基金项目:首都临床特色诊疗技术研究及转化应用项目
(Z221100007422122)

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

[△]通信作者 E-mail:leechungen@126.com

two groups was 36.7%, which was higher than the 22.4% new incidence rate of ASD in the upper adjacent segments, but it was not significantly higher. **Conclusion:** Most patients already have varying degrees of ASD before undergoing HS, different surgical selection methods for HS will not significantly affect the postoperative symptom improvement and the occurrence and development of ASD. The new rate of ASD in the lower adjacent segments after HS tends to be more than that in the upper adjacent segments, but there is no significant difference.

Keywords: adjacent segment degeneration; hybrid surgery; anterior cervical discectomy and fusion; artificial cervical disc replacement; two-level

邻近节段退变 (Adjacent Segment Degeneration, ASD) 是脊柱外科手术的常见现象, 指术后与手术节段相邻的节段出现新发的脊柱退行性病变或者原有的退变明显加重^[1]。颈前路椎间融合术 (Anterior Cervical Discectomy and Fusion, ACDF) 是经典的骨科术式, 但术后可能加速邻近节段退变^[2-4]。人工颈椎间盘置换术 (Artificial Cervical Disc Replacement, ACDR) 保持了相邻颈椎水平的正常运动以避免邻近节段退变^[5]。颈椎前路杂合手术 (Hybrid Surgery, HS) 指颈前路椎间融合术与人工颈椎间盘置换术的结合, 疗效确切^[6], 但对杂合手术后邻近节段退变的临床和理论研究较少, 本研究旨在观察分析杂合手术后邻近节段退变的发生发展。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2015 年 2 月至 2022 年 9 月在北京市中医医院骨科行双节段人工颈椎间盘置换术联合颈前路椎间融合术的杂合手术患者, 共 49 例。

1.2 诊断标准

按照《颈椎病的分型、诊断及非手术治疗专家共识 (2018)》^[7]: 具有较典型的颈肩部疼痛、四肢运动障碍、感觉及反射异常、交感神经症状等颈椎病的临床表现, 其范围与颈脊神经所支配的区域一致; 影像学检查可见有颈椎退行性病变、脊髓或神经根受压征象、颈椎间盘退变、节段性不稳等, 且与临床表现符合; 颈椎以外病变导致相似症状的情况除外 (胸廓出口综合征、腕管综合征、肌萎缩侧索硬化症、椎管内占位等)。

1.3 纳入标准

1) 术前诊断为 C₃~C₇ 的颈椎病患者; 2) 年龄为 30~80 岁; 3) 保守治疗 6 周以上无效者; 4) 手术由同一团队完成, 手术方式为连续双节段人工颈椎间盘置换术联合颈前路椎间融合术的杂合手术, 且其中人工颈椎间盘假体采用 Mobi-C 人工间盘 (法国, LDR 公司), 椎间融合器采用 ROI-C 自稳性融合器 (法国, LDR 公司)。

1.4 排除标准

1) 有代谢性骨病、颈椎肿瘤者; 2) 有颈椎感染性疾病或全身有活动性感染; 3) 随访资料不完整, 随访时间不足

12 个月者; 4) 术前或随访期间曾接受其他颈椎手术者。

本研究通过本院医学伦理委员会批准 (批准号为 2023BL02-044), 接受随访观察的所有患者均知情并签署知情同意书。

1.5 方法

1.5.1 术式选择原则 所有手术均由同一手术团队完成。人工颈椎间盘置换术选择退变程度相对较轻或生理颈椎活动度较大的节段, 颈前路椎间融合术选择退变程度相对较重或存在颈椎不稳的节段。

1.5.2 手术过程 以 C_{5/6} 行人工颈椎间盘置换术联合 C_{6/7} 行颈前路椎间融合术的连续双节段杂合手术为例: 全麻成功后使患者处于仰卧位, 头部固定后伸, 两肩之间垫软垫, 常规消毒铺巾, 取颈前右侧横切口约 3 cm, 切开皮肤、皮下组织与颈阔肌, 上下游离皮瓣, 电凝止血。于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 C_{5~7} 椎体和椎间盘。C 臂机定位后切开前纵韧带及纤维环, 用椎体牵开器扩大 C_{5~7} 椎间隙, 以刮匙、髓核钳去除髓核, 刮除软骨板, 并以磨钻磨除椎体前缘增生骨赘, 用椎板咬骨钳咬除椎体后缘之骨赘后再次扩张椎间隙, 试模后 C_{6/7} 生理盐水冲洗后安放 ROI-C 自稳性椎间融合器 (人工骨植骨), C_{5/6} 放置 Mobi-C 人工颈椎间盘。C 臂机透视正侧位位置满意后放置引流管, 清点器物无误, 缝合切口, 包扎, 颈托外固定。术后患者卧床观察 24 h, 拔除引流管, 佩戴颈托下地活动。

1.5.3 观察指标 在患者术前、术后 3 个月和末次随访时分别完善颈椎正侧过屈过伸、颈椎 CT 平扫+三维重建、颈椎磁共振成像 (MRI) 等影像学资料以及协助患者填写相关问卷量表。影像学检查指标由两位骨科住院医师进行测量并取平均值, 若在分级评分上两位医师产生歧义则交予资深的骨科主任医师进行最终评定。

1) JOA 评分评估颈椎治疗分数

颈椎日本骨科协会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 评分分别从上下肢运动功能、上下肢感觉功能、膀胱控制功能进行评估, 以功能改善率作为结局指标, 功能改善率 = [(术后总分 - 术前总分) / (17 - 术前总分)] × 100%^[8]。

2) 颈椎生理曲度、颈椎整体活动度 (ROM)

在颈椎侧位的 X 线图像上采用 Cobb 角法测量 C₂~C₇ 的 Cobb 角为患者颈椎的生理曲度;在颈椎过屈过伸位 X 线图像上分别测量并计算 C₂~C₇ 的 Cobb 角差,得出颈椎整体活动度,Cobb 角开口向前为正值,反之为负。

3)颈椎退化程度 Rydman 分级

在颈椎 CT 片上采用 Rydman 分级法^[9]对邻近节段的颈椎退化程度进行定量分级。颈椎间盘退变的程度分为三个方面进行独立评分(“椎间盘高度丢失”、“椎体前缘骨赘”和“终板硬化”),以这三方面的评分相加的总值来评估椎间盘退行性变化的总体程度(范围从 0 到 9,见表 1)。“椎间盘高度丢失”定义为颈椎 CT 正中矢状位图像中手术邻近节段的椎间盘与正常椎间盘的平均值相比丢失多少高度,以百分比的形式记录。“椎体前缘骨赘”由椎体前缘骨赘横径和椎体前后径的比值换算分值,椎体前后径是在椎体的中间测量的。

表 1 颈椎间盘退变 Rydman 分级法

颈椎间盘退变评分类别	分级	分值
(1)椎间盘高度丢失	0	0
	≤25%	1
	>25%且≤50%	2
	>50%且≤75%	3
	>75%	4
(2)椎体前缘骨赘(椎体前缘骨赘横径/椎体前后径)	无骨赘,0	0
	≤1/8	1
	>1/8≤1/4	2
	>1/4	3
(3)终板硬化	无	0
	可检测	1
	明确	2
颈椎盘总分值=(1)+(2)+(3)	无退变	0
	轻度退变	1~3
	中度退变	4~6
	重度退变	7~9

表 2 ACDF/ACDR 组和 ACDR/ACDF 组患者的一般资料

组别	例数 /例	性别		颈椎病分型				年龄/岁 ($\bar{x}\pm s$)	随访时 间/月 ($\bar{x}\pm s$)	体重指数/ ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) ($\bar{x}\pm s$)	手术时 长/min ($\bar{x}\pm s$)
		男 /例	女 /例	神经根 型/例	脊髓型 /例	其他型 /例	混合型 /例				
ACDF/ACDR 组	15	6	9	8	3	1	3	60.90±11.76	34.93±9.38	25.58±3.87	157.55±47.97
ACDR/ACDF 组	34	21	13	14	4	3	13	61.08±9.05	36.47±13.26	25.80±3.81	168.00±53.98
统计检验值		$\chi^2=1.93$		$\chi^2=1.96$				$t=0.35$	$t=0.40$	$t=0.09$	$t=0.54$
P		0.185		0.580				0.200	0.090	0.310	0.640

2.2 术前、术后 JOA 评分变化

ACDF/ACDR 组和 ACDR/ACDF 组的末次随访的 JOA 评分较术前显著增加,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 3,JOA 评分改善率分别高达 76.5%±3.6%和 75.8%±3.4%。但对比两组之间,

4)颈椎间盘退变 Miyazaki 分级

在颈椎 MRI 的 T₂ 加权矢状位图像中采用 Miyazaki 分级^[10]评估颈椎间盘退变程度:(1)Ⅰ级:髓核信号为均匀的高强度信号,能明确区分髓核与纤维环,椎间高度正常。(2)Ⅱ级:髓核为不均匀强度的高信号,可存在水平灰带,能明确区分髓核与纤维环,椎间盘高度正常。(3)Ⅲ级:髓核为不均匀中等强度信号,髓核与纤维环边界模糊,椎间盘高度正常或降低。(4)Ⅳ级:髓核不均匀低信号,椎间盘高度正常或降低,髓核与纤维环边界消失。(5)Ⅴ级:髓核均匀低信号,不能区分髓核与纤维环,椎间盘高度塌陷。

1.5.4 评定方法 参考以往文献对邻近节段退变的评定标准,患者手术后颈椎间盘退变 Rydman 分级和颈椎间盘退变 Miyazaki 分级比术前上升即可评定为新发的邻近节段退变^[11]。

1.6 统计学方法

应用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析,先对采集的数据资料进行正态性检验,数据符合正态分布采用 t 检验分析差异性;非正态分布的数据采用 K-W 检验;性别、手术类型、Miyazaki 分级升高率等采用卡方检验。统计分析的数据以 $\bar{x}\pm s$ 形式表示, $P<0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

患者根据杂合手术的两种手术方式的相对位置,分为上节段行颈前路椎间融合术、下节段行人工颈椎间盘置换术的“ACDF/ACDR 组”和与之相反的上节段行人工颈椎间盘置换术、下节段行颈前路椎间融合术的“ACDR/ACDF 组”。ACDF/ACDR 组 15 例,ACDR/ACDF 组 34 例;男 27 例,女 22 例;年龄为(60.14±15.16)岁;随访时间为(36.00±12.13)个月;比较两组患者的性别、颈椎病分型、年龄、随访时间、体重指数、手术时长,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 2。

无论是术前、术后 3 个月还是末次随访时,JOA 评分的差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 3。

2.3 术前、术后生理曲度和颈椎整体活动度

术后两组患者的颈椎生理曲度和颈椎整体活动度相比术前的变化差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 4。

表 3 ACDF/ACDR 组和 ACDR/ACDF 组的术前、术后 3 个月和末次随访的 JOA 评分比较(̄±s)

组别	术前/分	术后 3 个月/分	末次随访/分	H	P
ACDF/ACDR 组	13.64±1.94	16.33±1.83	16.27±1.62	13.09	<0.001
ACDR/ACDF 组	13.18±2.88	15.97±0.33	16.29±0.93	33.93	<0.001
H	0.02	3.47	0.73		
P	0.86	0.06	0.39		

表 4 ACDF/ACDR 组和 ACDR/ACDF 组术前、术后的生理曲度和颈椎整体活动度比较(̄±s,°)

时间	颈椎生理曲度		颈椎整体活动度	
	ACDF/ACDR	ACDR/ACDF	ACDF/ACDR	ACDR/ACDF
术前	14.43±3.07	14.03±3.35	31.15±3.66	38.57±3.66
术后	14.94±2.99	16.21±3.38	28.50±3.54	32.92±3.43
t	0.15	0.54	0.77	1.80
P	0.46	0.51	0.83	0.34

2.4 术前、术后颈椎退变 Rydman 分级及升高率

在颈椎 CT 成像中采用颈椎退变 Rydman 分级法,将手术上、下位邻近节段的颈椎间盘分级为“无退变,轻度退变,中度退变,重度退变”。

手术的上位邻近节段 ACDF/ACDR 组术后颈

椎间盘 Rydman 分级升高率为 20.0%(3/15),ACDR/ACDF 组为 17.6%(6/34),见图 1。两组患者术前颈椎间盘退变分级的分布不同,但差异无统计学意义($\chi^2=3.87,P=0.28$),而两组的分级升高率相近。

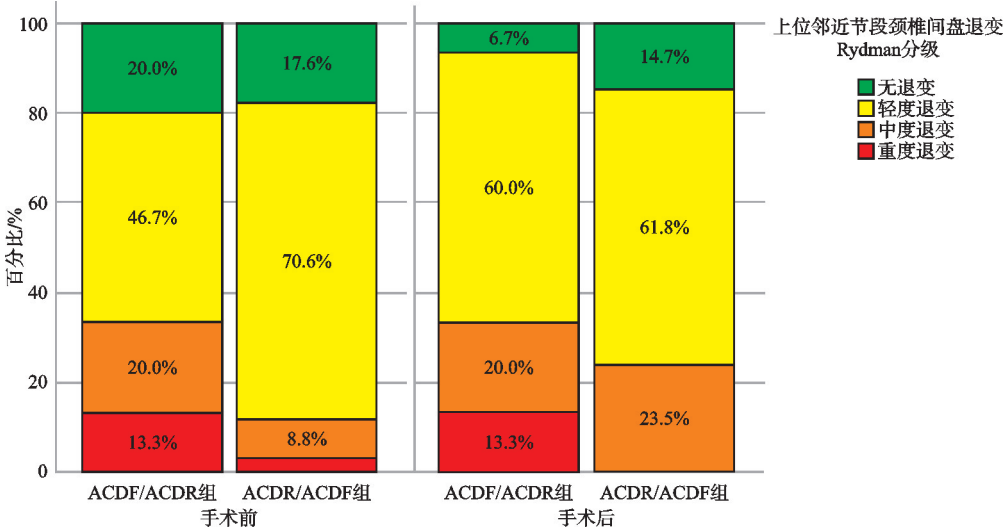


图 1 上位邻近节段颈椎间盘退变 Rydman 分级

在手术的下位邻近节段,ACDF/ACDR 组术后颈椎间盘 Rydman 分级升高率为 26.7%(4/15),ACDR/ACDF 组为 29.4%(10/34),见图 2。两组术前的颈椎间盘退变分级分布差异无统计学意义($\chi^2=2.44,P=0.49$),术后分级升高率相近。术前两组的上、下位邻近节段的颈椎间盘 Rydman 分级分布差异无统计学意义,术后总体计算两组的下位邻近节段颈椎间盘 Rydman 分级升高率(28.6%)比上位邻近节段的升高率(18.4%)高,但差异无统计学意义($\chi^2=1.42,P=0.23$)。

2.5 术前、术后 Miyazaki 分级及升高率

上位邻近节段中,两组术前的 Miyazaki 分级分布差异无统计学意义($\chi^2=7.27,P=0.06$),见表 5。

ACDF/ACDR 组的 Miyazaki 分级升高率为 20.0%(3/15),ACDR/ACDF 组的 Miyazaki 分级升高率为 20.6%(7/34),两组相比差异无统计学意义($\chi^2=0.27,P=0.63$)。

下位邻近节段中,两组术前的 Miyazaki 分级分布差异无统计学意义($\chi^2=4.97,P=0.17$);ACDF/ACDR 组的 Miyazaki 分级升高率为 33.3%(5/15),ACDR/ACDF 组的 Miyazaki 分级升高率为 29.4%(10/34),两组相比差异无统计学意义($\chi^2=2.80,P=0.63$)。

总体计算,下位邻近节段的 Miyazaki 分级升高率为 30.6%(15/49),比上位邻近节段的 20.4%(10/49)高,但差异无统计学意义($\chi^2=1.34,P=0.25$)。

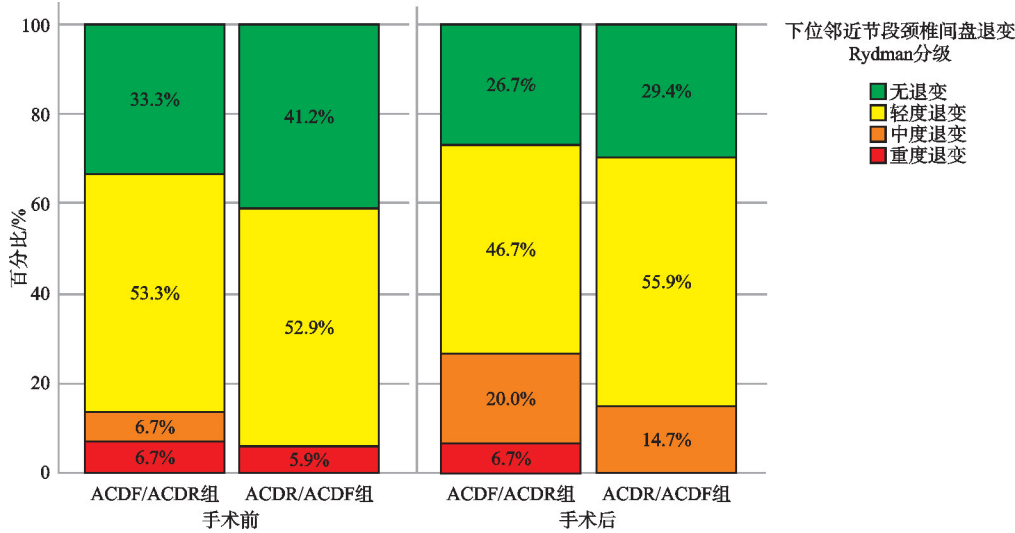


图 2 下位邻近节段颈椎间盘退变 Rydman 分级

表 5 术前 Miyazaki 分级分布 (例)

Miyazaki 分级	上位邻近节段		下位邻近节段	
	ACDF/	ACDR/	ACDF/	ACDR/
	ACDR 组	ACDF 组	ACDR 组	ACDF 组
I	0	0	0	0
II	1	0	2	1
III	5	12	6	15
IV	5	20	4	16
V	4	2	3	2

表 6 新发邻近节段退变例数

指标	上位邻近节段		下位邻近节段	
	ACDF/	ACDR/	ACDF/	ACDR/
	ACDR 组	ACDF 组	ACDR 组	ACDF 组
无新发 ASD/例	12	26	9	22
新发 ASD/例	3	8	6	12
ASD 新发率/%	20	23.5	40	35
χ^2	0.07		0.10	
P	0.79		0.75	

2.6 总体邻近节段退变新发率

无论是术前还是术后,两组的邻近节段退变新发率都无明显差异($P>0.05$),见表 6。总体计算两组的下位邻近节段退变新发率为 36.7%(18/49),比上位邻近节段退变新发率 22.4%(11/49)高,但差异无统计学意义($\chi^2=2.40, P=0.12$)。

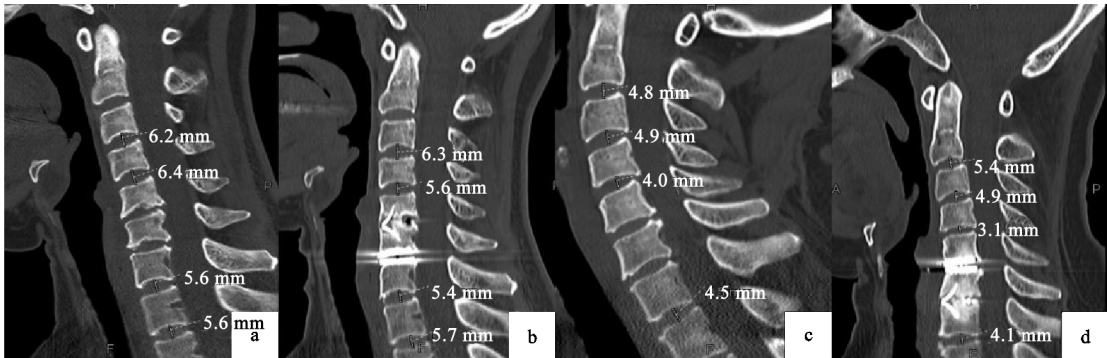
2.7 术后并发症和末次随访症状

所有手术过程顺利,术后仅有 1 例患者出现短暂的声音嘶哑,未予特殊处理,患者声音在 1 个月内恢复

正常,其他患者均未出现食管损伤、吞咽困难、假体移位等术后并发症^[12-13],颈前路椎间融合术后骨性融合率为 100%。术后至末次随访期间患者均未出现与颈椎邻近节段退变的影像学变化相对应的症状,即所有患者随访期间暂未出现邻近节段病变。

2.8 典型病例

典型病例影像资料见图 3-图 5,a 和 b 为 ACDF/ACDR 组的颈椎 CT 正中矢状位图,c 和 d 则为 ACDR/ACDF 组的颈椎 CT 正中矢状位图。



(a) 患者1,女,52岁,术前测量C_{4/5}节段未见明显椎间盘高度丢失;(b) 患者1末次随访时可见C_{4/5}新发ASD,椎间盘高度丢失≤25%;(c) 患者2,女,45岁,术前测量C_{4/5}节段椎间盘高度丢失≤25%;(d) 患者2末次随访时测量C_{4/5}椎间盘高度丢失>25%,较前进展

图 3 患者 1 和患者 2 影像资料

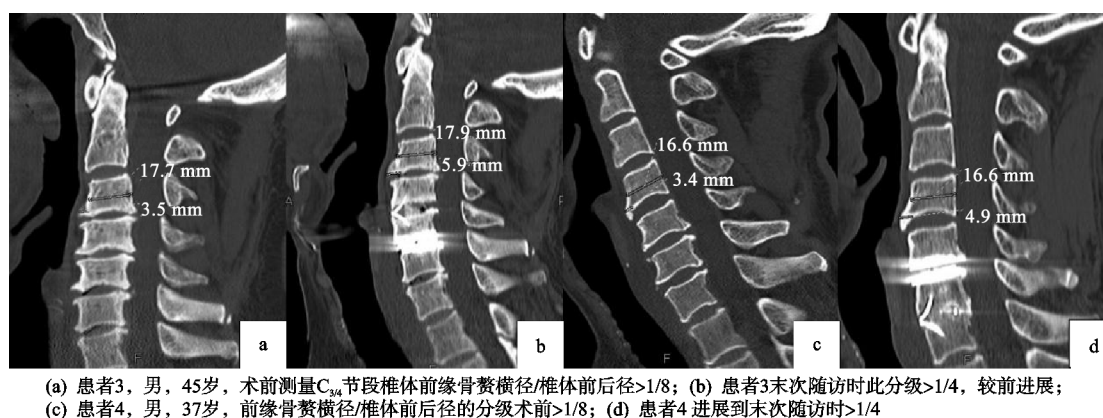


图4 患者3和患者4影像资料

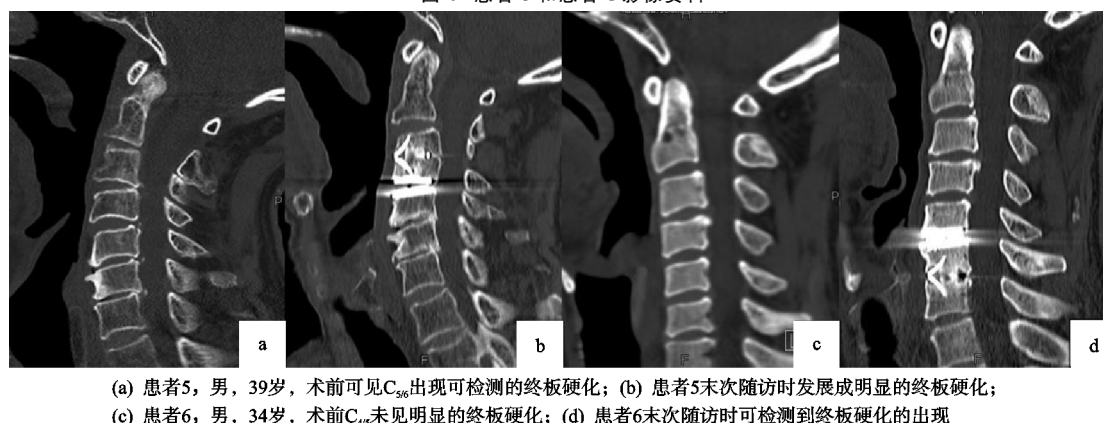


图5 患者5和患者6影像资料

3 讨论

3.1 邻近节段退变的发生发展机制

研究认为邻近节段退变的发展机制是多因素的, 脊柱外科融合术改变了脊柱的生物力学平衡, 使得相邻节段的椎间运动增加, 小关节负荷和椎间盘内压力增加, 一方面过度的屈曲活动会直接造成椎间盘和小关节的损伤, 另一方面这些异常负荷的环境会影响椎间盘细胞凋亡, 间接加重椎间盘的退变^[14-16]。此外椎间盘退变还受遗传因素的影响, Song 等^[17]发现携带 rs4148941 等位基因的人群体内椎间盘细胞 CHST3 mRNA 的表达显著降低, 加速了早期椎间盘的退变。

3.2 邻近节段退变的评价指标

目前对邻近节段退变的研究大多基于颈前路椎间融合术和人工颈椎间盘置换术, 但由于不同的研究对邻近节段退变的定义及报告方式的不同, 研究报告在基于影像学或临床评估的个别研究中存在显著差异, 不同的研究之间存在大量的临床异质性^[18]。故本研究采用较为全面和严格的评定标准, 纳入了同样的手术团队和植入物类型的患者以减少影响因素。Yang 等^[19]提出大多数临床回顾性研究缺乏邻近节段退变的基线信息, 相邻节段极有可能存在原有退行性变化, 术后发现的邻近节段退变不仅是手术带来的退行性变化加重, 还有原有退行性变化的存在, 故本研究采用可定量和可分级的邻近节段退变评定方式进行术前和术

后的对比。

常见的 Kellgren 评分系统具有良好的临床可行性^[20], 因为其基于侧向 X 线片并且方便易行, 其缺点主要是用主观描述性术语来量化退行性变化。为确保客观性, Walraevens 等设计了基于颈椎侧位 X 线片的颈椎间盘退行性变定量评分系统^[15], 但由于本研究的部分邻近节段处于 C_{6/7} 和 C_{7/8}, 它们在颈椎侧位 X 线片上常被肩部遮挡而显示不清, 故本研究采用的是完全基于颈椎 CT 成像的颈椎退变 Rydman 分级系统, 是对 Walraevens 评分系统的改良, 能更清楚地观察邻近节段退变的发生, 并以客观评分来量化退变程度, 在测量人员间具有良好的一致性评价($\kappa=0.695$)^[9]。颈椎间盘退变的评价系统的设计多样, 研究者对邻近节段退变的标准定义也不尽相同。既往研究多从椎间高度下降、前骨赘、终板硬化、椎间盘四方面评估邻近节段的退变^[21], 所以本研究采用颈椎退变 Rydman 分级系统、Miyazaki 分级来评估退变程度, 可涵盖既往对邻近节段退变的评价标准。

3.3 杂合手术前后的邻近节段退变变化

杂合手术前, 超过 80% 的患者的邻近节段在颈椎间盘 Rydman 分级中存在轻度及以上的退变, 所有的患者邻近节段在 Miyazaki 分级中均出现不同程度的退变, 这与 Coric 等^[22]的研究相似, 表明大多数患者在杂合手术前就存在不同程度的邻近节段退变。本研究

杂合手术后平均 36 个月内,超过 40% 的患者出现上位或下位邻近节段的新发邻近节段退变,这表明邻近节段退变现象普遍存在于颈椎病的发展晚期,邻近节段往往伴随责任节段的退变而退变,而杂合手术可能是邻近节段退变的加重因素。

本研究中 ACDF/ACDR 组和 ACDR/ACDF 组患者的症状评估及其上位和下位邻近节段退变新发率相似,可见杂合手术不同手术方式的选择不会显著影响其术后的症状改善和邻近节段退变的发生发展。

既往临床观察和有限元分析发现,杂合手术相比颈前路椎间融合术具有更好的颈椎功能障碍指数(NDI)评分恢复、更少的术后颈部疼痛、更好的 C₂~C₇ 颈椎整体活动度恢复和更少的相邻活动度增加,杂合手术中的人工颈椎间盘可以减少颈前路椎间融合术带来的相邻活动度的增加以及减少相邻节段终板应力,减少邻近节段退变的发生,但杂合手术后的患者下位邻近节段的平均活动度明显大于上位邻近节段,可能导致下位邻近节段新发生更多的邻近节段退变^[23-28]。在本研究中总体计算患者下位邻近节段的 Rydman 分级升高率、Miyazaki 分级升高率、邻近节段退变新发率均比上位邻近节段高,目前尚不显著,有待更长时间的随访研究。

3.4 研究局限性

本研究存在的局限性:1)相比于单纯的人工颈椎间盘置换术和颈前路椎间融合术,接受杂合手术的患者更少,本研究的样本量也较少。2)本研究为回顾性研究,无法完全避免选择性偏差,不同分组患者的基线资料存在一定的差异。3)对于邻近节段退变的研究随访时间较短,有待以后进行更长时间的随访观察。4)本研究只比较了术前与末次随访时的差异,无法反映两组患者术后动态变化的过程。

参考文献

- [1] ZHU Q, LI N, DING Y, et al. Incidence of adjacent segment degeneration and its associated risk factors following anterior cervical discectomy and fusion: a meta-analysis [J]. *World Neurosurgery*, 2024, 183: e153-e172.
- [2] WEI L X, CAO P, XU C, et al. Comparison of three anterior techniques in the surgical treatment of three-level cervical spondylotic myelopathy with intramedullary T₂-weighted increased signal intensity [J]. *World Neurosurgery*, 2019, 126: e842-e852.
- [3] VIJAYASARADHI M, SASHANKA K, ALUGOLU R. Does the extent of soft tissue dissection and location of screws in anterior cervical discectomy and fusion impact the development of the adjacent segment degeneration? A prospective short term radiological analysis [J]. *Journal of Neurosurgical Sciences*, 2024, 68(2): 195-200.
- [4] ZHU D, ZHANG D, LIU B, et al. Can self-locking cages offer the same clinical outcomes as anterior cage-with-plate fixation for 3-level anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) in mid-term follow-up? [J]. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 2019, 25: 547-557.
- [5] ZIGLER J E, GUYER R D, BLUMENTHAL S L, et al. Analysis of re-operations after cervical total disc replacement in a consecutive series of 535 patients receiving the ProDisc-C device [J]. *European Spine Journal*, 2020, 29(11): 2683-2687.
- [6] 周世博, 赵学千, 袁林, 等. 颈前路椎间盘切除减压融合联合颈椎间盘置换对三节段颈椎病矢状位指标的影响 [J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2022, 30(9): 47-52.
- [7] 中华外科杂志编辑部. 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.
- [8] GOH G S, SOH R C C, YUE W M, et al. Determination of the patient acceptable symptom state for the Japanese orthopaedic association score in patients undergoing anterior cervical discectomy and fusion for cervical spondylotic myelopathy [J]. *The Spine Journal*, 2020, 20(11): 1785-1794.
- [9] RYDMAN E, BANKLER S, PONZER S, et al. Quantifying cervical spondylosis: reliability testing of a coherent CT-based scoring system [J]. *BMC Medical Imaging*, 2019, 19(1): 45.
- [10] MIYAZAKI M, HONG S W, YOON S H, et al. Kinematic analysis of the relationship between the grade of disc degeneration and motion unit of the cervical spine [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008, 33(2): 187-193.
- [11] SHRIVER M F, LUBELSKI D, SHARMA A M, et al. Adjacent segment degeneration and disease following cervical arthroplasty: a systematic review and meta-analysis [J]. *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*, 2016, 16(2): 168-181.
- [12] WANG Z, LUO G, YU H, et al. Comparison of discover cervical disc arthroplasty and anterior cervical discectomy and fusion for the treatment of cervical degenerative disc diseases: a meta-analysis of prospective, randomized controlled trials [J]. *Frontiers in Surgery*, 2023, 10: 1124423.
- [13] TSALIMAS G, EVANGELOPOULOS D S, BENETOS I S, et al. Dysphagia as a postoperative complication of anterior cervical discectomy and fusion [J]. *Cureus*, 2022, 14(7): e26888.
- [14] BERMUDEZ-LEKERIKA P, CRUMP K B, TSERANIDOU S, et al. Immunomodulatory effects of intervertebral disc cells [J]. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 2022, 10: 924692.
- [15] LI X F, LV Z D, YIN H L, et al. Impact of adjacent pre-existing disc degeneration status on its biomechanics after single-level anterior cervical interbody fusion [J]. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 2021, 209:

106355.

- [16] ZHANG Y, ZHOU J, GUO X, et al. Biomechanical effect of different graft heights on adjacent segment and graft segment following C₄/C₅ anterior cervical discectomy and fusion: a finite element analysis[J]. Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research, 2019, 25: 4169-4175.
- [17] SONG Y Q, KARASUGI T, CHEUNG K M, et al. Lumbar disc degeneration is linked to a carbohydrate sulfo-transferase 3 variant[J]. The Journal of Clinical Investigation, 2013, 123(11): 4909-4917.
- [18] TOCI G R, CANSECO J A, PATEL P D, et al. The incidence of adjacent segment pathology after cervical disc arthroplasty compared with anterior cervical discectomy and fusion: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials[J]. World Neurosurgery, 2022, 160: e537-e548.
- [19] YANG X, DONK R, ARTS M P, et al. Prosthesis in anterior cervical herniated disc approach does not prevent radiologic adjacent segment degeneration[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2020, 45(15): 1024-1029.
- [20] NUNLEY P D, KERR E J, CAVANAUGH D A, et al. Adjacent segment pathology after treatment with cervical disc arthroplasty or anterior cervical discectomy and fusion, part 1: radiographic results at 7-year follow-up[J]. International Journal of Spine Surgery, 2020, 14(3): 269-277.
- [21] KETTLER A, WILKE H J. Review of existing grading systems for cervical or lumbar disc and facet joint degeneration[J]. Eur Spine J, 2006, 15(6): 705-718.
- [22] CORIC D, NUNLEY P D, GUYER R D, et al. Prospective, randomized, multicenter study of cervical arthroplasty: 269 patients from the Kineflex|C artificial disc investigational device exemption study with a minimum 2-year follow-up: clinical article [J]. Journal of Neurosurgery Spine, 2011, 15(4): 348-358.
- [23] JI G Y, OH C H, SHIN D A, et al. Artificial disk replacement combined with fusion versus 2-level fusion in cervical 2-level disk disease with a 5-year follow-up[J]. Clin Spine Surg, 2017, 30(5): E620-E627.
- [24] CHUNG T T, HUENG D Y, LIN S C. Hybrid strategy of two-level cervical artificial disc and intervertebral cage: biomechanical effects on tissues and implants[J]. Medicine, 2015, 94(47): e2048.
- [25] CHO B Y, LIM J, SIM H B, et al. Biomechanical analysis of the range of motion after placement of a two-level cervical ProDisc-C versus hybrid construct[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2010, 35(19): 1769-1776.
- [26] FAIZAN A, GOEL V K, BIYANI A, et al. Adjacent level effects of bi level disc replacement, bi level fusion and disc replacement plus fusion in cervical spine: a finite element based study[J]. Clinical Biomechanics (Bristol, Avon), 2012, 27(3): 226-233.
- [27] ZHANG J, MENG F, DING Y, et al. Comprehensive analysis of hybrid surgery and anterior cervical discectomy and fusion in cervical diseases: a meta-analysis[J]. Medicine, 2020, 99(5): e19055.
- [28] LIANG W, HAN B, HAI Y, et al. Biomechanical analysis of the reasonable cervical range of motion to prevent non-fusion segmental degeneration after single-level ACDF[J]. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 2022, 10: 918032.

(收稿日期: 2024-01-05)

(上接第 60 页)

- [12] SUN H, SHERRIER M, LI H. Skeletal muscle and bone-emerging targets of fibroblast growth factor-21[J]. Front Physiol, 2021, 12(1): 1-14.
- [13] JIANG L, YIN Q, YANG M, et al. Fibroblast growth factor 21 predicts and promotes vascular calcification in haemodialysis patients[J]. Kidney Dis (Basel), 2021, 7(3): 227-240.
- [14] CHOI H S, LEE H A, KIM S W, et al. Association between serum fibroblast growth factor 21 levels and bone mineral density in postmenopausal women[J]. Endocrinol Metab (Seoul), 2018, 33(2): 273-277.
- [15] 马艳琦, 刘露霞, 王瑛, 等. 中老年 2 型糖尿病患者血清 FGF21、FGF23 水平与骨量异常关系的研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2022, 28(2): 157-161.
- [16] 华仲森, 陈之青. 绝经后骨质疏松性腰椎骨折患者血清 β -CTx、P1NP 的水平及意义[J]. 中国老年学杂志, 2018, 38(7): 1642-1643.

(收稿日期: 2023-08-01)