

颈椎矢状力线参数与颈椎间盘退变患者退变节段及 Pfirrmann 分级的关联性

曹胜, 孔令伟, 徐昆, 孙志杰

<https://doi.org/10.12307/2023.278>

投稿日期: 2020-09-22

采用日期: 2020-11-28

修回日期: 2022-05-31

在线日期: 2022-06-08

中图分类号:

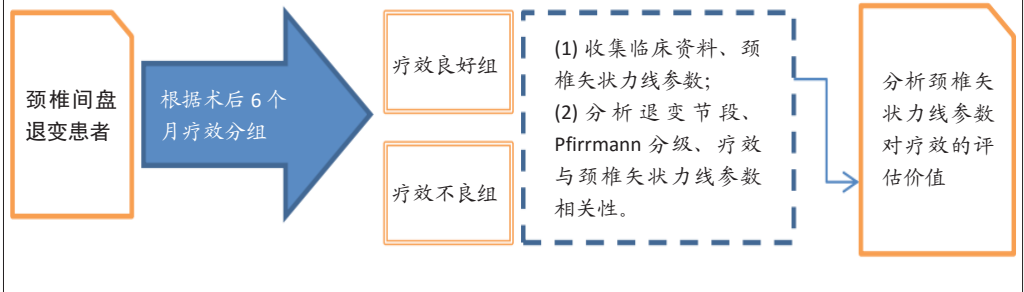
R459.9; R318; R445

文章编号:

2095-4344(2023)09-01319-06

文献标识码: A

文章快速阅读: 颈椎矢状力线参数与颈椎间盘退变患者退变节段及 Pfirrmann 分级的关系



文题释义:

颈椎间盘退变: 作为颈椎退行性疾病基础病理性改变, 颈椎间盘退变在X射线片上多表现为椎间高度丢失、椎间隙塌陷, 严重影响患者生活质量。

颈椎矢状力线参数: 包括颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移等, 临床观察颈椎矢状力线参数变化, 可为预防颈椎间盘退变及术后矢状位失衡发生提供依据。

摘要

背景: 腰椎矢状位参数与腰椎间盘退变、腰椎矢状位平衡存在明显相关性, 而有关颈椎的研究还相对缺乏。

目的: 探讨颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移与颈椎间盘退变患者退变节段、Pfirrmann分级的关联性以及对疗效的评估价值。

方法: 选择2017年7月至2019年12月承德医学院附属医院收治的80例颈椎间盘退变患者, 均行颈后路微创椎管扩大成形术, 根据患者术后6个月疗效分组, 其中疗效良好组62例, 疗效不良组18例。比较两组患者的临床资料、颈椎矢状力线参数(颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移), 分析颈椎矢状力线参数与退变节段、Pfirrmann分级的相关性, 采用受试者工作特征曲线评价颈椎矢状力线参数对疗效的评估价值。

结果与结论: ①两组患者的退变节段、Pfirrmann分级相比, 差异有显著性意义($P < 0.05$); ②术后1, 6个月, 疗效良好组患者颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、 T_1 倾斜角大于疗效不良组, 矢状面位移小于疗效不良组, 差异有显著性意义($P < 0.05$); ③不同退变节段、Pfirrmann分级患者颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移相比, 差异有显著性意义($P < 0.05$); ④颈椎间盘退变患者颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、 T_1 倾斜角与退变节段、Pfirrmann分级呈正相关关系($P < 0.05$), 矢状面位移与退变节段、Pfirrmann分级呈负相关关系($P < 0.05$); ⑤将性别、年龄、病程、体质指数、颈椎病类型、退变节段、Pfirrmann分级、术前颈椎矢状力线参数等其他因素控制后, 术后1, 6个月颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移仍与颈椎间盘退变患者疗效显著相关($P < 0.05$); ⑥颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移评估疗效的曲线下面积均较大, 尤以联合评估最高, 达0.815; ⑦提示颈椎间盘退变患者颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移与退变节段、Pfirrmann分级相关, 且对疗效具有良好的评估价值, 可为预防颈椎间盘退变及颈椎间盘退变患者术后发生矢状位失衡提供依据。

关键词: 颈椎前凸角; T_1 倾斜角; 矢状面位移; 颈椎间盘退变; 退变节段; Pfirrmann分级

缩略语: 颈椎间盘退变: cervical intervertebral disc degeneration, CIDD; 受试者工作特征: receiver operating characteristic curve, ROC

Correlation of cervical sagittal force line parameters with degenerative segment and Pfirrmann classification in patients with cervical intervertebral disc degeneration

Cao Sheng, Kong Lingwei, Xu Kun, Sun Zhijie

Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Chengde 067000, Hebei Province, China

Cao Sheng, Master, Attending physician, Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Chengde 067000, Hebei Province, China

Corresponding author: Xu Kun, Master, Associate chief physician, Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Chengde 067000, Hebei Province, China

承德医学院附属医院, 河北省承德市 067000

第一作者: 曹胜, 男, 1989年生, 汉族, 2015年天津医科大学毕业, 硕士, 主治医师, 主要从事骨外科学方面的研究。

通讯作者: 徐昆, 硕士, 副主任医师, 承德医学院附属医院, 河北省承德市 067000

<https://orcid.org/0000-0003-2270-8571> (曹胜)

基金资助: 承德市科技支撑计划项目 (201904A050), 项目负责人: 曹胜

引用本文: 曹胜, 孔令伟, 徐昆, 孙志杰. 颈椎矢状力线参数与颈椎间盘退变患者退变节段及 Pfirrmann 分级的关联性 [J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(9):1319-1324.



Abstract

BACKGROUND: The sagittal parameters of lumbar spine are significantly correlated with lumbar intervertebral disc degeneration and sagittal balance of lumbar spine, while the research on cervical spine is relatively lacking.

OBJECTIVE: To explore the correlation of cervical sagittal force line parameters cervical lordosis, T₁ slope, and sagittal vertical axis with degenerative segment, Pfirrmann classification in cervical intervertebral disc degeneration patients and the value of therapeutic evaluation.

METHODS: A total of 80 patients with cervical intervertebral disc degeneration in Affiliated Hospital of Chengde Medical College from July 2017 to December 2019 were selected as the study subjects, all of whom underwent minimally invasive spinal canal enlargement surgery through the posterior cervical approach. The patients were grouped according to the curative effect 6 months after the operation. Among them, there were 62 cases in the good curative effect group and 18 cases in the poor curative effect group. The clinical data, cervical sagittal force line parameters (cervical lordosis, T₁ slope, and sagittal vertical axis) and cervical sagittal force line parameters of patients with different degeneration segments and Pfirrmann classification were compared between the two groups. The receiver operating characteristic curve was used to evaluate the value of the efficacy evaluation of the parameters of the cervical sagittal force line.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) There was a statistically significant difference in degeneration segments and Pfirrmann classification between the two groups ($P < 0.05$). (2) At 1 and 6 months after operation, the cervical sagittal force line parameters cervical lordosis and T₁ slope of the patients in the good curative effect group were significantly higher than those in the poor curative effect group, and the sagittal vertical axis was significantly lower than that in the poor curative effect group ($P < 0.05$). (3) Cervical sagittal force line parameters cervical lordosis, T₁ slope, and sagittal vertical axis were significantly different in patients with different degeneration segments and Pfirrmann classification ($P < 0.05$). (4) In cervical intervertebral disc degeneration patients, the cervical sagittal force line parameters cervical lordosis and T₁ slope were positively correlated with degenerative segments and Pfirrmann classification ($P < 0.05$), while sagittal vertical axis was negatively correlated with degenerative segments and Pfirrmann classification ($P < 0.05$). (5) After controlling for sex, age, course of disease, body mass index, type of cervical spondylosis, degeneration segment, Pfirrmann classification, preoperative cervical sagittal force line parameters and other factors, the cervical sagittal force line parameters cervical lordosis, T₁ slope and sagittal vertical axis were still significantly correlated with the efficacy of cervical intervertebral disc degeneration patients at 1 and 6 months after surgery ($P < 0.05$). (6) Cervical lordosis, T₁ slope, and sagittal vertical axis all had higher area under the curve for evaluating curative effect, especially the highest in combined evaluation, reaching 0.815. (7) It is concluded that the parameters cervical lordosis, T₁ slope, and sagittal vertical axis of the cervical spine sagittal force line in cervical intervertebral disc degeneration patients are related to the degenerative segment and Pfirrmann classification, and have a good therapeutic evaluation value. They can provide evidence for preventing the occurrence of cervical intervertebral disc degeneration and sagittal imbalance after surgery.

Key words: cervical lordosis; T₁ slope; sagittal vertical axis; cervical intervertebral disc degeneration; degenerative segments; Pfirrmann classification

Funding: Chengde Science and Technology Support Program, No. 201904A050 (to CS)

How to cite this article: CAO S, KONG LW, XU K, SUN ZI. Correlation of cervical sagittal force line parameters with degenerative segment and Pfirrmann classification in patients with cervical intervertebral disc degeneration. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2023;27(9):1319-1324.

0 引言 Introduction

颈椎间盘退变 (cervical intervertebral disc degeneration, CIDD) 是颈椎退行性疾病的基础病理改变, X 射线片上多表现为椎间高度丢失、椎间隙塌陷, 进而导致颈椎矢状力线变化^[1-2]。颈椎矢状力线参数包括颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移等, 近年来颇受临床学者关注^[3]。大量研究证实, 腰椎矢状位参数, 如骶骨斜率、骨盆入射角等与腰椎间盘退变、腰椎矢状位平衡存在明显相关性^[4-5]; 腰椎相关研究已比较透彻, 而有关颈椎的研究还相对缺乏。颈椎是否如腰椎一般, 存在某些矢状位参数与退变节段、退变程度相关, 从而影响患者矢状位平衡是临床广泛关注的问题。此次研究旨在分析颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移与 CIDD 患者退变节段、Pfirrmann 分级的关联性及对疗效的评估价值, 旨在为临床提供数据支持。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性病例分析, 计量资料采取 Bartlett 方差齐性检验与 Kolmogorov-Smirnov 正态性检验; 双变量正态分布采用 Pearson 分析相关性; 两变量同时与第三变量相关时, 采用偏相关性分析两变量间关系; 疗效评估价值采用受试者工作特征 (receiver operating characteristic curve, ROC) 曲线;

对 Kaplan-Meier 生存曲线进行生存分析, 采用 Log-Rank 检验。

1.2 时间及地点 试验于 2017 年 7 月至 2019 年 12 月在承德医学院附属医院脊柱外科完成。

1.3 材料 植入物介绍见表 1。

表 1 | 植入物的材料学特征

Table 1 | Material characteristics of implants

指标	颈椎后路钉板系统
生产厂家	北京富乐科技发展有限公司
型号	FJH-A 型
批准号	京食药监械生产许 20000047
性能结构	该产品由颈椎后路板和配套用钉组成。其中颈椎后路板由符合 GB/T 13810 标准规定的 TA2 或 TA3 或 TA4 纯钛材料制成, 配套用钉由符合 GB/T 13810 标准规定的 TC4 钛合金材料制成
材质	钛合金
适应证	颈椎后路内固定, 后路复合体韧带损伤, 由于椎板切除形成的不稳
生物相容性	良好
产品标注的不良反应	感染、断钉及弯曲松动、脊髓和神经损伤

1.4 对象 选择 2017 年 7 月至 2019 年 12 月承德医学院附属医院收治的 80 例 CIDD 患者作为研究对象, 均行颈后路微创椎管扩大成形术, 根据患者术后 6 个月疗效分组, 其中疗效良好组 62 例, 疗效不良组 18 例。

纳入标准: 均符合 CIDD 诊断标准^[6]; 首次行颈椎减压手术治疗; 患者及家属知情同意, 且签署《知情同意书》。

排除标准: C₂₋₇ 节段无 CIDD; 强直性脊柱炎; 脊柱畸形; 脊柱骨折、结核、感染等病变; 有颈椎创伤史、颈椎手术史; 纵韧带骨化。

疗效标准: 依据 Odom 标准^[7], 术前症状均消除为优; 术前症状显著缓解减轻, 不影响日常活动及工作为良; 术前症状部分减轻, 日常活动明显受限为可; 症状无改变或加剧为差; 将优、良计入疗效良好, 可、差计入疗效不良。

该临床研究的实施符合《赫尔辛基宣言》和承德医学院

附属医院医院对研究的相关伦理要求。

1.5 方法

1.5.1 手术方法 两组患者手术均由同一组人员完成。麻醉后取颈后部皮肤作正中切口，安装内窥镜并清除椎板表面软组织；高速磨钻去除椎板及侧块连接处骨质，在椎板上开一减压骨槽；钩刀去除压迫硬膜囊的黄韧带及纤维束，于棘突根部钻一小孔，采用小螺钉将折弯的微型钛板固定于棘突端，长槽状减压完成后，提拉棘突韧带复合体，沿矢状轴方向后移动；螺钉分别固定双侧微型钛板的另一端于侧块，完成减压过程。

1.5.2 影像学指标检查 术前、术后行颈椎正侧位 X 射线片检查，采用美国 GE 公司 PACS 系统测量矢状力线参数：①颈椎前凸角：C₂ 下终板与 C₇ 下终板延长线垂线所成之夹角；② T₁ 倾斜角：T₁ 上终板与水平线的夹角；③ C₂₋₇ 矢状面位移：C₇ 上终板后角到 C₂ 椎体中心铅垂线的水平距离。

1.6 主要观察指标

(1) 记录患者的临床资料。

Pfirmann 分级：I 级，结构均质、色亮白，髓核与纤维环分界清，髓核信号强度高或等于脑脊液，椎间盘高度正常；II 级，结构非均质、有 / 无水平带，髓核与纤维环分界清，髓核信号强度高或等于脑脊液，椎间盘高度正常；III 级，结构非均质、灰，髓核与纤维环分界不清；髓核信号强度中等，椎间盘高度正常或轻度降低；IV 级，结构非均质、灰或黑；髓核与纤维环分界消失，髓核信号强度中等至低信号，椎间盘高度正常或中度降低；V 级，结构非均质、黑；髓核与纤维环分界消失，髓核信号强度低信号，椎间盘间隙塌陷。

(2) 不同疗效患者的颈椎矢状力线参数：颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移。

(3) 不同退变节段、Pfirmann 分级患者的颈椎矢状力线参数：颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移。

(4) 退变节段、Pfirmann 分级与颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移的相关性。

(5) 术后 1, 6 个月颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移与 CIDD 患者疗效的偏相关性。

(6) 疗效评估采用 ROC 曲线。

1.7 统计学分析 文章统计学方法已经承德医学院统计学专家审核。采用统计学软件 SPSS 22.0 处理数据，计数资料以例数描述，计量资料采取 Bartlett 方差齐性检验与 Kolmogorov-Smirnov 正态性检验，均确认具备方差齐性且近似服从正态分布，以 $\bar{x} \pm s$ 描述；双变量正态分布采用 Pearson 分析相关性；两变量同时与第三变量相关时，采用偏相关性分析两变量间关系；疗效评估价值采用 ROC 曲线，获取曲线下面积、置信区间、敏感度、特异度及 cut-off 值，联合预测实施 logistic 二元回归拟合，返回预测概率 $\text{logit}(p)$ ，将其作为独立检验变量；Kaplan-Meier 生存曲线进行生存分析，采用 Log-Rank 检验。均采用双侧检验， $\alpha=0.05$ 。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 纳入 80 例 CIDD 患者作为研究对象，均行颈后路微创椎管扩大成形术，根据患者术后 6 个月疗效分组。

2.2 试验流程图 见图 1。

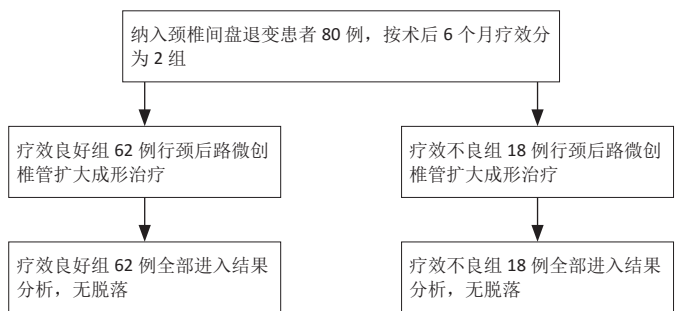


图 1 | 两组患者分组流程图
Figure 1 | Flow chart of group assignment

2.3 不同疗效患者临床资料比较 两组患者性别、年龄、病程、体质量指数、颈椎病类型、椎管矢径、椎管椎体矢径比 (Pavlov 比率) 相比，差异无显著性意义 ($P > 0.05$)；两组患者的退变节段、Pfirmann 分级相比，差异有显著性意义 ($P < 0.05$)，见表 2。

表 2 | 两组患者临床资料对比
Table 2 | Comparison of clinical data of patients in the two groups

指标	疗效良好组 (n=62)	疗效不良组 (n=18)	χ^2 值	P 值
性别 (n/%)			0.005	0.946
男	27/44	8/44		
女	35/56	10/56		
年龄 (n/%)			0.073	0.976
≤ 60 岁	45/73	13/72		
> 60 岁	17/27	5/28		
病程 (n/%)			0.287	0.592
≤ 7 个月	32/52	8/44		
> 7 个月	30/48	10/56		
体质量指数 (n/%)			0.124	0.725
≤ 26 kg/m ²	27/44	7/39		
> 26 kg/m ²	35/56	11/61		
颈椎病类型 (n/%)			0.013	0.994
神经根型	24/39	7/39		
脊髓型	18/29	5/28		
混合型	20/32	6/33		
退变节段 (n/%)			6.39	0.041
单节段	17/28	3/17		
双节段	30/48	5/28		
多节段	15/24	10/55		
Pfirmann 分级 (n/%)			11.736	0.003
I - II 级	33/53	4/22		
III - IV 级	24/39	7/39		
V 级	5/8	7/39		
椎管矢径 ($\bar{x} \pm s$, mm)			-	-
术前	9.12±1.04	9.05±0.98		
术后	12.37±2.15	12.09±2.04		
椎管椎体矢径比 (Pavlov 比率) ($\bar{x} \pm s$, %)			-	-
术前	0.60±0.10	0.58±0.09		
术后	0.84±0.16	0.82±0.15		

表注：“-”为无数据

2.4 两组患者颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移比较 两组患者术前颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移相比, 差异无显著性意义 ($P > 0.05$); 术后 1, 6 个月, 疗效良好组患者颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、T₁ 倾斜角大于疗效不良组, 矢状面位移小于疗效不良组, 差异有显著性意义 ($P < 0.05$), 见表 3。

表 3 | 两组患者颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移对比 ($\bar{x} \pm s$)

指标	疗效良好组 (n=62)	疗效不良组 (n=18)	t 值	P 值
颈椎前凸角 (°)				
术前	13.27±5.14	12.32±5.09	0.692	0.491
术后 1 个月	18.93±4.97	15.85±5.12	2.299	0.024
术后 6 个月	21.41±6.74	17.41±6.04	2.266	0.026
T ₁ 倾斜角 (°)				
术前	22.15±2.41	21.38±2.29	1.206	0.231
术后 1 个月	24.48±2.19	23.04±2.05	2.49	0.015
术后 6 个月	25.61±3.05	23.47±2.10	2.785	0.007
矢状面位移 (mm)				
术前	22.49±4.27	23.34±4.08	0.751	0.455
术后 1 个月	18.04±4.09	20.52±4.02	2.273	0.026
术后 6 个月	15.74±4.23	18.25±3.98	2.245	0.028

2.5 不同退变节段、Pfirrmann 分级患者颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移比较 以疗效良好患者术后 6 个月颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移为例, 不同退变节段、Pfirrmann 分级患者颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移相比, 差异有显著性意义 ($P < 0.05$), 见表 4, 5。

表 4 | 不同退变节段患者的颈椎矢状力线参数对比 ($\bar{x} \pm s$)

Table 4 | Comparison of cervical sagittal force parameters in patients with different degeneration segments

退变节段	n	颈椎前凸角 (°)	T ₁ 倾斜角 (°)	矢状面位移 (mm)
单节段	17	23.47±4.54	28.12±2.37	14.27±2.07
双节段	30	21.58±4.21	26.41±2.69	15.89±3.25
多节段	15	18.74±4.07	21.17±2.15	17.11±3.04
F 值		4.935	34.160	3.836
P 值		0.010	< 0.001	0.027

表 5 | 不同 Pfirrmann 分级患者的颈椎矢状力线参数对比 ($\bar{x} \pm s$)

Table 5 | Comparison of cervical sagittal force parameters in patients with different Pfirrmann classification

Pfirrmann 分级	n	颈椎前凸角 (°)	T ₁ 倾斜角 (°)	矢状面位移 (mm)
I - II 级	33	22.39±4.13	27.94±2.54	14.92±3.41
III - IV 级	24	20.94±3.98	23.41±2.41	16.14±3.09
V 级	5	17.20±4.05	20.79±2.07	19.23±3.84
F 值		7.042	38.149	6.961
P 值		0.002	< 0.001	0.002

2.6 退变节段、Pfirrmann 分级与颈椎矢状力线参数的相关性 以疗效良好患者术后 6 个月颈椎矢状力线参数为例, CIDD 患者颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、T₁ 倾斜角与退变节段、Pfirrmann 分级呈正相关关系 ($P < 0.05$), 矢状面位移与退变节段、Pfirrmann 分级呈负相关关系 ($P < 0.05$), 见表 6。

表 6 | 疗效良好患者术后 6 个月退变节段、Pfirrmann 分级与颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移的相关性

Table 6 | Correlation of degenerative segments and Pfirrmann classification with cervical sagittal force parameters cervical lordosis, T₁ slope, and sagittal vertical axis in patients with good curative effect 6 months after surgery

指标	颈椎前凸角	T ₁ 倾斜角	矢状面位移
退变节段	r 值 0.597 P 值 < 0.05	0.578 < 0.05	-0.614 < 0.05
Pfirrmann 分级	r 值 0.625 P 值 < 0.05	0.613 < 0.05	-0.562 < 0.05

2.7 偏相关性分析 将性别、年龄、病程、体质量指数、颈椎病类型、退变节段、Pfirrmann 分级、术前颈椎矢状力线参数等其他因素控制后, 术后 1, 6 个月颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移仍与 CIDD 患者疗效呈显著相关性 ($P < 0.05$), 见表 7。

表 7 | 偏相关性分析

Table 7 | Partial correlation analysis

自变量	偏回归系数	标准误差	偏回归系数	t 值	P 值
			(标准化)		
常量	9.726	1.103	-	12.221	< 0.001
术后 1 个月颈椎前凸角	0.512	0.027	0.578	9.841	< 0.001
术后 6 个月颈椎前凸角	0.547	0.030	0.594	9.258	< 0.001
术后 1 个月 T ₁ 倾斜角	0.498	0.020	0.541	10.132	< 0.001
术后 6 个月 T ₁ 倾斜角	0.452	0.017	0.546	11.694	< 0.001
术后 1 个月矢状面位移	-0.474	0.019	-0.506	10.954	< 0.001
术后 6 个月矢状面位移	-0.516	0.024	-0.582	11.257	< 0.001

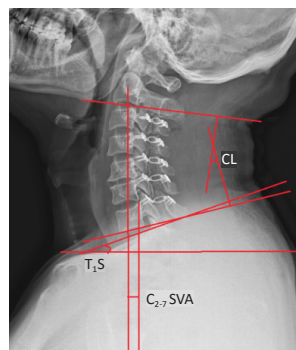
表注: “-” 为无数据

2.8 颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移对 CIDD 疗效的评估价值 以疗效良好患者术后 6 个月颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移为例, 颈椎前凸角、T₁ 倾斜角、矢状面位移评估疗效的曲线下面积均较大, 尤以联合评估最大, 达 0.815, 见表 8 及图 2, 3。

表 8 | 术后 6 个月颈椎矢状力线参数对颈椎间盘退变患者疗效的评估价值

Table 8 | Value of efficacy evaluation of cervical sagittal force line parameters in patients with cervical intervertebral disc degeneration 6 months after operation

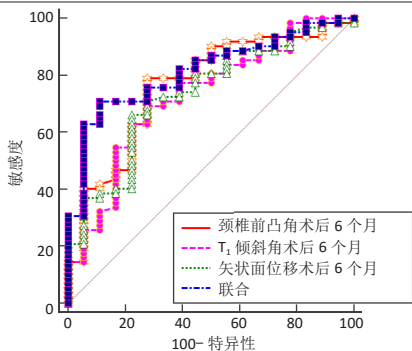
指标	曲线下面积	95%CI 值	Z 值	P 值	截断值	敏感度	特异度
颈椎前凸角	0.764	0.635-0.892	4.023	< 0.001	> 16.00	79.03%	72.22%
T ₁ 倾斜角	0.738	0.610-0.867	3.627	< 0.001	> 24.37	66.13%	77.78%
矢状面位移	0.729	0.594-0.864	3.324	< 0.001	≤ 16.67	69.35%	72.22%
联合评估	0.815	0.714-0.916	6.101	< 0.001		70.97%	88.89%



图注: 术后 6 个月颈椎侧位 X 射线片的颈椎前凸角 (CL)、T₁ 倾斜角 (T₁S)、矢状面位移 (SVA) 测量示意图

图 2 | 疗效良好患者术后 6 个月颈椎侧位 X 射线片

Figure 2 | Lateral X-ray film of cervical spine in a patient with good curative effect 6 months after operation



图注：以疗效良好患者术后6个月颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移为例，颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移评估疗效的曲线下面积均较高，尤以联合评估最高，达0.815

图3 | 受试者工作特征曲线

Figure 3 | Receiver operating characteristic curves

2.9 植入物与宿主的生物相容性 两组均未出现植入物周围感染、过敏反应、免疫反应及排斥反应。

2.10 不良反应 两组患者手术均成功，疗效良好组术后无不良反应发生；疗效不良组中有2例(11%)感染，但均被医生及时处理，无死亡病例出现。

3 讨论 Discussion

CIDD患者在CIDD、椎间高度与局部生理曲度变化的同时，颈椎矢状力线参数亦发生显著改变^[8]。已有多项研究证实，CIDD患者术后矢状位参数显著变化；有研究显示，颈椎前路椎间盘切除融合术通过增加 T_1 倾斜角的角度、改善颈椎曲度来恢复颈椎矢状位平衡^[9]。彭兵等^[10]采用后路单开门椎管扩大成形术治疗59例脊髓型颈椎病患者，术后 C_{2-7} 矢状面位移明显增加、颈椎前凸角显著下降，当术前 T_1 倾斜角 $\geq 23.0^\circ$ 时，术后发生颈椎前凸风险越小。在此基础上，此次研究首次分析颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移与CIDD患者退变节段、退变程度相关性，及对疗效的评价价值，旨在为预防CIDD及术后矢状位失衡发生提供依据。

常用颈椎矢状力线参数包含颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移等，有学者测量无症状CIDD人群矢状参数发现，颈椎前凸角、 C_2 矢状面位移、 T_1 倾斜角均值分别为 $(12.03\pm 7.64)^\circ$ 、 $(18.67\pm 7.96)\text{mm}$ 、 $(26.33\pm 7.01)^\circ$ ^[11]。 T_1 倾斜角与颈椎前凸角度紧密相关， T_1 倾斜角增大，为维持平视，颈椎生理性前凸角度也相应增大^[12]。CIDD患者椎间隙高度减小，颈椎前凸角减小，相应维持平视的 T_1 倾斜角变小，矢状面位移随之增大^[13-14]。此次研究数据显示，不同疗效组CIDD患者矢状力线参数颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移差异显著，考虑与病情严重程度有关。 T_1 倾斜角与骶骨倾角类似，反映了颈胸交界处的结构特点，CIDD患者颈椎前凸减小， T_1 倾斜角随之减小，可能导致应力集中于下颈椎椎间盘，进而导致 $C_{5/6}$ 和 $C_{6/7}$ 椎间盘发生较高级别的退变^[15-16]。杨建伟等^[17]研究显示，严重退变的CIDD患者颈椎前凸角明显低于轻度退变者，矢状面位移明显增大，提示椎间盘退变

与颈椎曲度呈现高度负相关，与矢状面位移呈正相关；原因可能为严重退变患者轴性痛等症状更为严重，颈椎曲度变直、矢状面位移增大。

Pfirschmann分级是临床广泛采用的腰椎间盘退变的定性诊断分级， T_1p 、 T_2 mapping在腰椎间盘退变分析中有较高价值^[18-19]。张素芳等^[20]研究显示，症状性CIDD与Pfirschmann分级呈显著相关， T_1p 、 T_2 mapping序列均可敏感鉴别症状性退变及其不同节段的相关变化。此次研究数据显示，CIDD患者颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、 T_1 倾斜角与退变节段、Pfirschmann分级呈正相关关系，矢状面位移与退变节段、Pfirschmann分级呈负相关关系。有研究利用动态MRI观察患者颈椎的生理曲度变化，发现 C_4-C_7 各节段灵活性与运动幅度随颈椎前凸角减小而减小， C_1-C_4 则相应增大，颈椎最大负荷节段可向颈椎上段转移，加速椎间盘退变^[21]。王广超等^[22]的研究中，将Pfirschmann分级相应等级计为评分(I级=1分，II级=2分，III级=3分，IV级=4分，V级=5分)，评估颈椎间盘 C_2-C_7 5个节段的退变程度，发现 ≥ 15 分组颈椎前凸角、 T_1 倾斜角小于 < 15 分组，矢状面位移大于 < 15 分组。上述结果均支持此次研究结论，可知颈椎矢状力线参数改变可对颈椎整体运动时生物力学负荷分布产生影响，进而加速CIDD进程^[23-29]。

此次研究首次探讨颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移对CIDD患者疗效的评价价值，偏相关性分析结果发现，将性别、体质指数、退变节段、Pfirschmann分级、术前颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移等其他因素控制后，患者术后1,6个月颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移仍与CIDD疗效显著相关，表明测定颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移可为患者疗效评价提供有力参考。另外ROC曲线显示，颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移评价疗效的曲线下面积值均较高，尤以联合应用时最高，提示颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移联合检测可为疗效评价提供更多参考信息，提高预测价值。

综上所述，CIDD患者的颈椎矢状力线参数颈椎前凸角、 T_1 倾斜角、矢状面位移与退变节段、Pfirschmann分级相关，且具有良好的疗效评估价值，可为预防CIDD及CIDD患者发生术后矢状位失衡提供依据。此次研究不足之处在于样本量偏小、随访时间偏短，且颈椎矢状力线参数受到多节段生物力学共同作用(如颅颈平衡)，但此次研究并未进行该方面分析，可能存在偏倚，后续研究可据此展开探讨。

作者贡献：曹胜负责试验设计，孔令伟负责试验实施，徐昆负责评估，孙志杰负责随访。

利益冲突：文章的全部作者声明，在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

开放获取声明：这是一篇开放获取文章，根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款，在合理引用的情况下，允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展，同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献，并为之建立索引，用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

版权转让: 文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

出版规范: 该文章撰写遵守了《观察性临床研究报告指南》(STROBE指南), 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次文字和图表查重, 文章经小同行外审专家双盲审稿, 同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

4 参考文献 References

- [1] LEE CH, HEO SJ, PARK SH, et al. The Functional and Morphological Changes of the Cervical Intervertebral Disc after Applying Lordotic Curve Controlled Traction:A Double-Blind Randomized Controlled Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(12):2162.
- [2] 丁吉, 程招军, 张黎龙, 等. 2种固定方式对短节段颈椎前路椎间盘切除融合术后颈椎矢状位参数变化的影响 [J]. *天津医药*, 2020, 48(8):736-740.
- [3] XU C, WANG R, LI J, et al. Intervertebral-spreader-assisted anterior cervical discectomy and fusion prevents postoperative axial pain by alleviating facet joint pressure. *J Orthop Surg Res*. 2022;17(1):91.
- [4] TAMAI K, BUSER Z, PAHOLPAK P, et al. Can C 7 Slope Substitute the T 1 slope? An Analysis Using Cervical Radiographs and Kinematic MRIs. *Spine*. 2018;43(7):520-525.
- [5] 唐焯, 卢圆圆, 贾真. 脊柱-骨盆矢状面参数对腰椎间盘手术临床疗效的预测价值 [J]. *中国现代医学杂志*, 2020,30(13):80-83.
- [6] 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.
- [7] 宋卿鹏, 田伟, 何达, 等. 颈椎人工间盘置换术对颈椎退行性疾病的长期疗效观察 [J]. *中华医学杂志*, 2018,98(17):1358-1363.
- [8] TAMAI K, GRISDELA PJR, ROMANU J, et al. The Impact of Cervical Spinal Muscle Degeneration on Cervical Sagittal Balance and Spinal Degenerative Disorders. *Clin Spine Surg*. 2019;32(4):E206-E213.
- [9] 李祖昌, 蒋继乐, 何达, 等. 颈椎矢状面平衡参数与颈椎手术关系的研究进展 [J]. *中华骨科杂志*, 2021,41(8):532-540.
- [10] 彭兵, 程招军, 李巍, 等. 颈椎后路单开门椎管成形术后颈椎矢状位的影像学变化 [J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2018,26(1):39-42,47.
- [11] YANG X, DONK R, BARTELS RHMA, et al. Comparing Heterotopic Ossification in Two Cervical Disc Prostheses. *Spine*. 2020;45(19):1329-1334.
- [12] 黄清奇, 刘少强, 梁珪清. 颈椎矢状面力线与平衡的临床意义研究进展 [J]. *中华外科杂志*, 2018,56(8):634-638.
- [13] WANG X. T1 Slope in the Cervical Spine Magnetic Resonance Imaging: A Novel Concept. *Asian Spine J*. 2018;12(1):193.
- [14] XING R, ZHOU G, CHEN Q, et al. MRI to measure cervical sagittal parameters: a comparison with plain radiographs. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017;137(4):1-5.
- [15] 李翔宇, 孙祥耀, 鲁世保, 等. 颈椎矢状位序列参数对脊髓型颈椎病临床疗效的影响 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2018,7(11):867-872.
- [16] 郭山强, 王帅, 盖利, 等. 颈椎前路椎间盘切除融合术后颈椎矢状位参数变化及其对临床疗效的影响 [J]. *骨科*, 2019,10(1):8-13.
- [17] 杨建伟, 赵杰. 颈椎矢状力线和颈椎间盘退变的关系 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019,27(15):1370-1374.
- [18] 唐翎, 仲建全, 巫恒平, 等. 青年下腰痛患者腰椎生理曲度与腰椎间盘 Pfirrmann 分级的相关性研究 [J]. *实用放射学杂志*, 2018,34(12):1912-1914,1928.
- [19] 裴瑞琪. 经皮椎间孔镜技术治疗腰椎间盘突出症疗效与腰椎间盘退变的相关性分析 [D]. 承德: 承德医学院, 2020.
- [20] 张素芳, 张炳, 王国华, 等. 3.0 T MR T1p 及 T2 mapping 在颈椎间盘退行性变中的应用研究 [J]. *中华放射学杂志*, 2019,53(8):732-736.
- [21] AŞKIN A, BAYRAM KB, DEMIRDAL ÜS, et al. The evaluation of cervical spinal angle in patients with acute and chronic neck pain. *Turk J Med Sci*. 2017;47(3):806-811.
- [22] 王广超, 李永军, 吕志刚. 颈椎间盘退变程度与颈椎矢状力线参数的相关性分析 [J]. *颈腰痛杂志*, 2020,41(1):32-35.
- [23] URBANSCHITZ L, MERAT S, BENSLENER S, et al. Cervical disc degeneration reduces distance between vertebral artery and surgical landmarks. *Clin Neurol Neurosurg*. 2021;200:106332.
- [24] XU C, YIN M, MO W. An independent agreement study of modified Pfirrmann grading system for cervical inter-vertebral disc degeneration in cervical spondylotic myelopathy. *Br J Neurosurg*. 2020:1-5.
- [25] HOLLENBERG AM, MAQSOODI N, PHAN A, et al. Bone morphogenic protein-2 signaling in human disc degeneration and correlation to the Pfirrmann MRI grading system. *Spine J*. 2021;21(7):1205-1216.
- [26] OH CH, KIM DY, JI GY, et al. Cervical arthroplasty for moderate to severe disc degeneration: clinical and radiological assessments after a minimum follow-up of 18 months--Pfirrmann grade and cervical arthroplasty. *Yonsei Med J*. 2014;55(4):1072-1079.
- [27] WANG X, MENG Y, LIU H, et al. Association of cervical sagittal alignment with adjacent segment degeneration and heterotopic ossification following cervical disc replacement with Prestige-LP disc. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2020;28(3):2309499020968295.
- [28] XING R, LIU W, LI X, et al. Characteristics of cervical sagittal parameters in healthy cervical spine adults and patients with cervical disc degeneration. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):37.
- [29] LEE HJ, JEON DG, PARK JH. Correlation between kinematic sagittal parameters of the cervical lordosis or head posture and disc degeneration in patients with posterior neck pain. *Open Med (Wars)*. 2021;16(1):161-168.

(责任编辑: GD, ZN, ZH)