

# 二维距离法和三维体积法对内镜下微创颈椎管成形后突出椎间盘再吸收的定量测量

<https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-4344.3858>

吴彦禹, 张春霖, 邵成龙, 严旭, 刘小康, 王永魁, 李东哲

2095-4344.3858

投稿日期: 2020-06-18

送审日期: 2020-06-24

采用日期: 2020-08-29

在线日期: 2020-12-25

中图分类号:

R459.9; R318; R445

文章编号:

2095-4344(2021)21-03390-05

文献标识码: B

## 文章快速阅读:

### 文章特点—

△利用二维距离法和三维体积法(PACS软件)对突出的颈椎间盘体积进行定量分析;

△PACS软件测量可为临床诊疗颈椎间盘突出症提供精确可靠的依据。

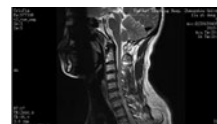
### 对象:

收集行内镜下微创颈椎管成形治疗患者20例。

### 结论:

三维体积法是一种较二维距离法精度更高、更适合定量观察突出颈椎间盘体积的方法。

## 二维距离及三维体积测量



### 主要观察指标:

(1) 突出颈椎间盘吸收比、吸收率、吸收度、再突出比及再突出率;  
(2) 内镜下微创颈椎管成形术后优良率。

### 方法:

(1) 二维距离法: 椎间盘突出最明显处至上下椎体后缘连线的垂直距离;  
(2) 三维体积法: (层间距+层厚)×∑扫描显示的每一层面积。

## 文题释义:

**二维距离法:** 选取颈椎MRI矢状面椎间盘突出最明显层面, 运用PACS系统测量技术从上下椎体后缘连线至椎间盘突出最明显处的垂直距离即为突出椎间盘的大小。

**三维体积法:** 即应用PACS软件在MRI矢状位T2图像上, 以上位椎体下后缘及下位椎体后上缘连线为内边界, 突出物边缘作为外边界, 得到当前层面突出椎间盘的面积, 逐一测量每个层面的面积, 利用以下公式计算突出颈椎间盘体积: 突出颈椎间盘体积=(层间距+层厚)×∑每一层突出椎间盘面积。

**突出椎间盘再吸收:** 指椎间盘突出后再次回缩吸收的现象, 即resorption of herniated nucleus pulposus(RHNP)。

## 摘要

**背景:** 文献报道内镜下微创颈椎管成形后出现不同程度的突出椎间盘再吸收现象, 但目前尚未有统一的突出椎间盘测量方法。

**目的:** 运用二维距离法和三维体积法分别测量内镜下微创颈椎管成形后突出椎间盘体积, 并对比观察其突出椎间盘再吸收现象, 选出更准确的测量方法。

**方法:** 回顾性分析郑州大学第一附属医院骨科2013年6月至2019年11月行内镜下微创颈椎管成形治疗的患者20例, 其中男11例, 女9例; 年龄31-63岁, 平均51岁; 病程1-11个月, 平均4个月。分别应用二维距离法和三维体积法测量突出椎间盘的突出程度, 采用吸收比、吸收率、吸收度、再突出比及再突出率等指标评估测量结果。

**结果与结论:** ①患者随访时间为6-34个月, 20例病例共67个突出椎间盘, 二维距离组中有56个突出椎间盘术后发生突出椎间盘再吸收, 三维体积组有61个突出椎间盘术后发生突出椎间盘再吸收, 二者吸收比分别为84%和91%, 差异无显著性意义( $P > 0.05$ ); 二维距离组和三维体积组测算吸收度分别为12.30%-71.24%和7.71%-87.80%; ②二维距离组及三维体积组少量吸收比、中量吸收比、大量吸收比分别为49%(33/67)、34%(23/67)、0(0/67)和36%(24/67)、49%(33/67)、6%(4/67), 两组各吸收度之间差异有显著性意义( $P < 0.05$ ); ③二维距离组平均吸收率为31%, 三维体积组平均吸收率为42%, 二者差异有显著性意义( $P < 0.05$ ); ④二维距离组及三维体积组再突出比分别为1.49%(1/67)和0, 二维距离组该椎间盘再突出率为12.18%; ⑤内镜下微创颈椎管成形患者术后优良率为85%(17/20), 无一例加重或死亡; ⑥提示三维体积法是一种较二维距离法精度更高、更适合定量观察突出椎间盘体积的方法, 可为脊髓型颈椎病诊疗提供可靠依据。

**关键词:** 微创颈椎管成形; 内镜; 颈椎间盘; 微创; 二维距离; 三维体积; 椎间盘再突出

**缩略语:** 内镜下微创颈椎管成形: cervical endoscopic laminoplasty, CMEL

## Quantitative measurement of resorption of cervical herniated disc after cervical microendoscopic laminoplasty by two-dimensional distance method and three-dimensional volume method

Wu Yanyu, Zhang Chunlin, Shao Chenglong, Yan Xu, Liu Xiaokang, Wang Yongkui, Li Dongzhe

Department of Orthopedics, First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

Wu Yanyu, Master candidate, Department of Orthopedics, First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

**Corresponding author:** Zhang Chunlin, MD, Chief physician, Professor, Department of Orthopedics, First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

郑州大学第一附属医院骨科, 河南省郑州市 450000

第一作者: 吴彦禹, 男, 1996年生, 湖北省通城县人, 汉族, 郑州大学在读硕士, 主要从事脊柱微创及植入物方面的研究。

通讯作者: 张春霖, 博士, 主任医师, 教授, 郑州大学第一附属医院骨科, 河南省郑州市 450000

<https://orcid.org/0000-0002-6160-3118> (吴彦禹)

引用本文: 吴彦禹, 张春霖, 邵成龙, 严旭, 刘小康, 王永魁, 李东哲. 二维距离法和三维体积法对内镜下微创颈椎管成形后突出椎间盘再吸收的定量测量[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(21):3390-3394.



## Abstract

**BACKGROUND:** Recent literature reported that patients with cervical herniated disc after cervical microendoscopic laminoplasty had extensive natural resorption of herniated nucleus pulposus, but there was still no unified measurement method for cervical herniated disc.

**OBJECTIVE:** The methods by two-dimensional distance and three-dimensional volume were used to respectively measure and observe the resorption of herniated nucleus pulposus phenomenon after cervical microendoscopic laminoplasty, so as to evaluate and select a more accurate and reliable method.

**METHODS:** Retrospective analysis was performed in 20 patients who underwent cervical microendoscopic laminoplasty in the Department of Orthopedics, First Affiliated Hospital of Zhengzhou University from June 2013 to November 2019, including 11 males and 9 females, aged 31 to 63 years old (averagely 51 years old), with a course of 1 to 11 months (averagely 4 months). Two-dimensional distance method and three-dimensional volume method were used to measure the degree of cervical herniated disc, and the absorption ratio, absorptivity, absorbanity, re-herniation ratio and re-herniation rate were used to evaluate the measurement results.

**RESULTS AND CONCLUSION:** (1) The patients were followed up for 6 to 34 months, with 67 cervical herniated discs in 20 cases. In the two-dimensional distance group, resorption of cervical herniated discs after surgery occurred in 56 patients. In the three-dimensional volume group, resorption of cervical herniated discs after surgery occurred in 61 patients. The absorption ratios of the two were 84% and 91%, respectively, and the difference was not significant ( $P > 0.05$ ). The absorptivities of the two groups respectively were 12.30%–71.24% and 7.71%–87.80% in the two-dimensional distance group and three-dimensional volume group, respectively. (2) In the two-dimensional distance group and the three-dimensional volume group, the small absorption ratio, the medium absorption ratio and the large absorption ratio respectively were 49% (33/67), 34% (23/67), 0 (0/67) and 36% (24/67), 49% (33/67) and 6% (4/67), and the differences in absorbanity between the two groups were statistically significant ( $P < 0.05$ ). (3) The average absorptivity of the two-dimensional distance group and the three-dimensional volume group was 31% and 42% respectively. However, there was significant difference in the absorptivity between the two-dimensional distance group and the three-dimensional volume group ( $P < 0.05$ ). (4) In the two-dimensional distance group and the three-dimensional volume group, the re-protrusion ratios respectively were 1.49% (1/67) and 0. The re-herniation rate was 12.18% in the two-dimensional distance group. (5) The excellent and good rate of cervical microendoscopic laminoplasty patients was 85% (17/20). No aggravation or death occurred. (6) It is indicated that the three-dimensional volume method is more accurate and more suitable for quantitative observation of cervical herniated disc volume than the two-dimensional distance method, which can provide reliable basis for the diagnosis and treatment of cervical spondylotic myelopathy.

**Key words:** cervical microendoscopic laminoplasty; endoscope; cervical disc; minimally invasive; two-dimensional distance; three-dimensional volume; disc herniation

**How to cite this article:** WU YY, ZHANG CL, SHAO CL, YAN X, LIU XK, WANG YK, LI DZ. Quantitative measurement of resorption of cervical herniated disc after cervical microendoscopic laminoplasty by two-dimensional distance method and three-dimensional volume method. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2021;25(21):3390-3394.

## 0 引言 Introduction

随着人口老龄化, 脊髓型颈椎病有逐年增多的趋势<sup>[1]</sup>, 它是由于颈椎椎间连接结构退变, 如椎间盘突出、椎体后缘骨刺、钩椎关节增生、后纵韧带骨化、黄韧带肥厚或钙化, 导致脊髓受压或脊髓缺血, 继而出现脊髓的功能障碍, 可对患者正常生活及劳动力造成严重影响。由于脊髓型颈椎病的基本病理改变为颈椎退变, 颈椎间盘退变程度及突出的大小与临床症状存在显著相关性<sup>[2-3]</sup>, 因此, 对突出颈椎间盘进行深入量化研究具有重要的临床意义。

国内外一些文献近年来相继报道了突出椎间盘保守治疗、颈后路单开门椎管成形术后、内镜下微创颈椎管成形(cervical microendoscopic laminoplasty, CMEL)术后出现突出椎间盘再吸收现象<sup>[4-6]</sup>, 并通过二维距离法和三维体积法来评价颈椎间盘的吸收程度, 但这些测量方法取得的结果是否具有一致性目前尚未见报道。此次研究分别采用二维距离法和三维体积法对 CMEL 术后患者突出颈椎间盘进行对比观察, 旨在比较两种测算方法的精确性并初步分析 CMEL 术后突出颈椎间盘发生突出椎间盘再吸收的特点, 为临床诊治脊髓型颈椎病提供准确可靠的方法及策略。

## 1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性病例分析。

1.2 时间及地点 于 2013 年 6 月至 2019 年 11 月在郑州大学第一附属医院骨科完成。

1.3 对象 纳入 CMEL 术后患者 20 例, 其中男 11 例, 女 9 例; 年龄 31–63 岁, 平均 51 岁; 病程 1–11 个月, 平均 4 个月。

**纳入标准:** ①年龄 >16 岁; ② 2–5 个节段的颈椎间盘退变或者 C<sub>3-7</sub> 椎管狭窄; ③为颈椎间盘退变性疾病或发育性

颈椎管狭窄, 表现为脊髓型颈椎病的颈部疼痛、上肢疼痛麻木无力、下肢肌张力增高等症状; ④ CT 扫描或 MR 等影像学检查发现以下 1 个或多个证据: 颈椎侧位 X 射线片显示椎管/椎体矢状径比 < 0.75; 无局灶性或神经根压迫的椎间盘突出; ⑤保守治疗 ≥ 3 个月无效。

**排除标准:** ①单节段颈椎间盘退变; ②神经根型颈椎病, 即影像学显示因椎间盘突出神经根受压; ③严重的骨质疏松症; ④椎体滑脱 I 度以上; ⑤ CT 扫描确认伴有连续后纵韧带骨化形成<sup>[7]</sup>。

根据以上纳入标准及排除标准, 选取郑州大学第一附属医院 2013 年 6 月至 2019 年 11 月行 CMEL 治疗的 20 例患者的手术前后影像学资料, 全部患者均在郑州大学第一附属医院行 X 射线片、CT 及 MRI 等影像学检查后确诊, 可见 C<sub>3-7</sub> 椎间盘有明显退变, 合并不同程度的矢状径狭窄, 所有入选病例均经过系统的制动、药物等保守治疗, 因效果不佳、症状不能得到改善, 且病情逐渐加重而选择进行手术治疗。所有患者对治疗方案均知情同意, 且得到医院伦理委员会批准。

1.4 材料 见表 1。

表 1 | 植入物的材料学特征

Table 1 | Material characteristics of the implant

指标	颈椎后路钉板固定系统
生产厂家	北京春立正达医疗器械有限公司
型号	ZI I 型
批准号	国械注准 20173460042
性能结构	硬性金属板
材质	纯钛 (TA3)
适应证	颈椎骨折、颈椎滑脱、颈椎肿瘤
生物相容性	良好
产品标注的不良反	内植物断裂移位等

1.5 方法

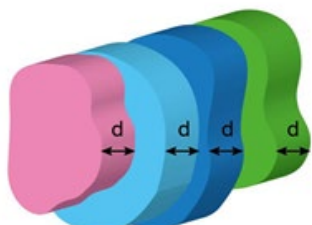
**1.5.1 CMEL 方法** ①采用“C”型臂 X 射线机透视，并进行体表定位。取颈后部皮肤正中长约 20 mm 的小切口，沿棘突两侧切开皮下组织及筋膜，在需减压的各个椎骨的棘突上钻一直径约 1 mm 的小孔，粗丝线穿过其中，以备提拉悬吊棘突-韧带复合体。②内镜下清除椎板表面软组织，去除椎板和侧块连接处骨质，至椎板残余骨质菲薄，再完全咬除椎板残余骨质，在椎板上开一宽度 2.0-3.0 mm 减压骨槽。将压迫硬膜囊的黄韧带和纤维束等软组织去除，可观察到良好的硬脑膜搏动。③于棘突根部钻一直径约 1.5 mm 的小孔，将折弯的微型钛板用直径 2.5 mm、长 6 mm 的小螺钉固定其棘突端。向背侧拉紧上述粗丝线，在其悬吊保护下，于对侧椎板重复上述开减压骨槽过程，该侧长槽状减压完成后，棘突韧带复合体在粗丝线提拉作用下沿矢状轴方向后移 1-3 mm。用小螺钉固定对侧微型钛板棘突端后，用直径 2.5 mm，长度 8 mm 的螺钉分别固定双侧微型钛板的另一端于侧块上。所有患者的手术均由同一经验丰富的脊柱外科团队完成。

**1.5.2 术后处理** 于术后 48 h 内拔除引流管，配合使用抗生素、营养神经类药物等。

**1.5.3 测量方法** 作者中 3 人分别应用两种方法测算术前、术后突出椎间盘大小，通过取 3 人测算后的平均值减小测算的人为误差。

(1) 二维距离法：选取 MRI 矢状面突出最明显层面，运用 PowerVision PACS 系统测量椎间盘突出最明显处至上下椎体后缘连线的垂直距离即为突出椎间盘的大小<sup>[8]</sup>；

(2) 三维体积法：在 CMEL 治疗患者手术前后 MRI 矢状位 T2 图像上，以上位椎体后下缘及下位椎体后上缘连线为内边界，突出物边缘作为外边界，利用 PACS 的影像处理功能中的测量功能，得到当前层面突出椎间盘的面积，逐一测量每个层面的面积，利用以下公式计算突出颈椎间盘体积：突出颈椎间盘体积 = (层间距 + 层厚) × ∑ 每一层突出颈椎间盘面积<sup>[9]</sup>，见图 1。



图注：d 为层厚。突出椎间盘在 MRI 上需间隔一个宽度扫描，并得到当前层面的面积，三维体积法利用公式突出颈椎间盘体积 = (层间距 + 层厚) × ∑ 每一层突出颈椎间盘面积，即可得出此不规则物体的近似体积

图 1 | 椎间盘突出三维体积法示意图

Figure 1 | Schematic diagram of three-dimensional volume method for disc herniation

**1.6 主要观察指标** 于术前及末次随访时分别用两种方法测量颈椎间盘突出大小。

采用吸收比、吸收率、吸收度、再突出比、再突出率、优良率等指标评估手术前后突出椎间盘体积的变化及手术疗效，观察对比两种不同测量方法下突出椎间盘术后突出椎间盘再吸收的吸收率及误差率。其计算公式如下：

吸收比 = 吸收盘个数 / 此类型中总突出椎间盘的个数；  
 吸收率 = (术前突出椎间盘体积 - 末次随访时的突出椎

间盘体积) / 术前突出椎间盘体积；

吸收度为最小吸收率至最大吸收率的范围，分为：二维距离组少量吸收 (10% ≤ 突出椎间盘再吸收 < 50%)、三维体积组少量吸收 (5% ≤ 突出椎间盘再吸收 < 50%)、中量吸收 (50% ≤ 突出椎间盘再吸收 < 75%)、大量吸收 (75% ≤ 突出椎间盘再吸收 ≤ 100%)；

再突出比 = 再突出盘个数 / 此类型中总突出椎间盘的个数；再突出率 = (末次随访时的突出椎间盘体积 - 首次突出椎间盘体积) / 术前突出椎间盘体积；

采用日本骨科协会评分评价临床疗效。改善率 = (治疗后总分 - 治疗前总分) / (17 - 治疗前总分) × 100%，其中改善率 ≥ 75% 为优秀，50%-74% 为良好，25%-49% 为可，改善率 < 25% 为差；优良率指改善率优秀及良好的病例占总病例数的比率。

**测量误差控制：**①三维体积法：突出椎间盘大小变化在 ±5% 之间时视为突出椎间盘大小无变化；②二维距离法：突出椎间盘大小变化在 ±12% 之间时视为突出椎间盘大小无变化。详见图 2。

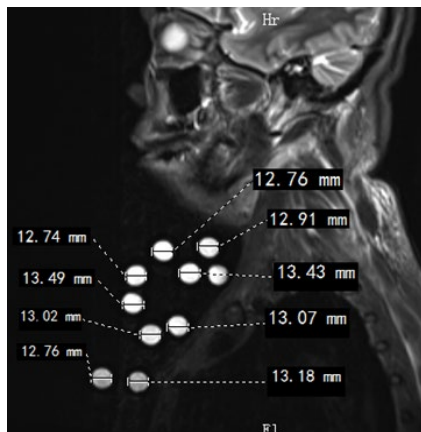


图 2 | 二维距离法测量误差示意图  
 Figure 2 | Measurement error of two-dimensional distance method

图注：依次测量共计 20 个 5.0 mL 圆柱状生理盐水的横截面直径，与标准 5.0 mL 注射器内径 (13 mm) 对比，得出测量值范围为 12.32-13.59 mm，最大测量误差为 0.59 mm，最大误差率为 4.54%(0.59/13)。由于二维距离法误差主要来源于两端点的界定，在两端点界定误差一定的情况下，所测线段越长误差越小，线段越短误差越大。因此，以最大测量误差 / 二维距离法获取的椎间盘突出平均值 (0.59/5.11 mm) 的比值 (±12%) 作为二维距离法的误差控制标准

**1.7 统计学分析** 采用 SPSS 22.0(IBM, 美国) 进行数据分析。采用配对 t 检验比较突出颈椎间盘的体积变化，P < 0.05 为差异有显著性意义。

**2 结果 Results**

**2.1 参与者数量分析** 此次试验中患者随访时间 6-34 个月，20 例患者全部进入结果分析，无脱落。

**2.2 试验流程图** 见图 3。

**2.3 随访结果** 患者随访 6-34 个月。20 例患者共 67 个突出椎间盘，二维距离组中有 56 个突出椎间盘术后发生突出椎间盘再吸收，三维体积组有 61 个突出椎间盘术后发生突出椎间盘再吸收，二者吸收比分别为 84%(56/67) 和 91%(61/67)，差异无显著性意义 (P > 0.05)，二维距离组和三维体积组测算吸收度分别为 12.30%-71.24% 和 7.71%-87.80%。

纳入内镜下微创椎管成形术后患者 20 例，术后突出椎间盘分别采用 2 种方法测量

二维距离组采用二维距离法测量

三维体积组采用三维体积法测量

二维距离组 20 例患者全部进入结果分析，无脱落

三维体积组 20 例患者全部进入结果分析，无脱落

图 3 | 两组患者分组流程图

Figure 3 | Flow chart of grouping of two groups of patients

二维距离组及三维体积组少量吸收比、中量吸收比、大量吸收比分别为 49%(33/67)、34%(23/67)、0(0/67) 和 36%(24/67)、49%(33/67)、6%(4/67)，两组各吸收度之间差异有显著性意义 ( $P < 0.05$ )，见表 2。二维距离组测量吸收度多集中在少量吸收，而三维体积组吸收度集中在中量吸收及大量吸收，明显高于二维距离组。

表 2 | 二维距离组及三维体积组突出椎间盘术后吸收比及吸收度对比 (n/%)

Table 2 | Comparison of postoperative absorption ratio and absorbancy of the herniated disc between the two-dimensional distance group and the three-dimensional volume group

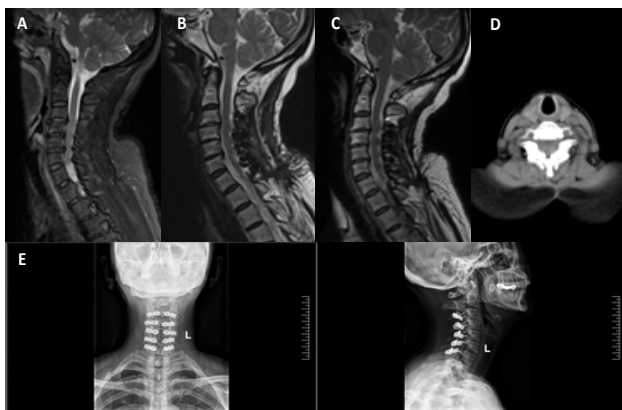
测算方式	吸收比	少量吸收	中量吸收	大量吸收
二维距离组	56/84	33/49	23/34	0/0
三维体积组	61/91	24/36 <sup>a</sup>	33/49 <sup>a</sup>	4/6 <sup>a</sup>

表注：共有 67 个突出椎间盘。与二维距离组相比，<sup>a</sup> $P < 0.05$

二维距离组平均吸收率为 31%，三维体积组平均吸收率为 42%，二维距离组与三维体积组测量各突出椎间盘吸收率之间差异有显著性意义 ( $P < 0.05$ )，见表 3。

二维距离组及三维体积组再突出比分别为 1%(1/67) 和 0，二维距离组该椎间盘再突出率为 12%。CMEL 患者术后优良率为 85%(17/20)，此次研究未出现加重或死亡病例。

2.4 典型病例 女性患者，51 岁，诉双上肢麻木、无力 10 个月余，行走时有“踩棉花感”，行药物、理疗等保守治疗后无效，患者强烈要求手术治疗改善症状，遂行 CMEL 治疗，术后诉双上肢麻木无力明显缓解，见图 4。



图注：图 A 为术前 MRI，显示 C<sub>3/4</sub>、C<sub>4/5</sub>、C<sub>5/6</sub> 节段椎间盘突出并 C<sub>6/7</sub> 椎管狭窄；B 为术后 3 个月复查 MRI，示 C<sub>3/4</sub>、C<sub>4/5</sub>、C<sub>5/6</sub> 突出椎间盘发生不同程度突出椎间盘再吸收现象；C 为术后 1 年（末次随访）复查颈椎 MRI，未见突出椎间盘再增大；D 为术后 1 年（末次随访）CT，见患者减压槽骨性愈合；E 为患者术后 1 年（末次随访）正、侧位 X 射线片，示内固定良好

Figure 4 | Images of a 51-year-old female patient undergoing cervical microendoscopic laminoplasty

表 3 | 二维距离组及三维体积组测量吸收率对比 (%)

Table 3 | Comparison of absorption ratio measured in the two-dimensional distance group and the three-dimensional volume group

序号	二维距离组	三维体积组	序号	二维距离组	三维体积组
1	13.05	24.21	35	63.97	67.87
2	11.08	19.88	36	15.22	27.81
3	67.05	68.41	37	-7.80	13.31
4	52.51	61.98	38	44.67	61.17
5	29.88	18.84	39	18.89	24.40
6	19.12	54.24	40	56.62	51.39
7	32.37	57.33	41	58.17	60.77
8	19.11	26.68	42	16.25	21.30
9	28.28	61.45	43	-6.64	7.71
10	30.66	21.35	44	67.52	66.64
11	-12.18	4.33	45	25.39	33.16
12	68.35	66.31	46	59.87	65.46
13	16.77	28.36	47	29.18	21.38
14	56.24	67.64	48	18.77	22.61
15	59.24	58.36	49	53.34	67.39
16	56.11	52.18	50	1.18	4.48
17	12.30	33.68	51	3.36	2.77
18	12.36	53.48	52	69.98	66.30
19	32.15	60.32	53	21.16	30.94
20	68.66	87.80	54	66.68	77.71
21	3.37	12.38	55	53.35	59.15
22	9.88	2.33	56	28.92	31.80
23	4.27	9.84	57	19.87	20.11
24	69.12	57.31	58	61.44	58.41
25	56.38	48.18	59	34.80	55.60
26	3.31	10.12	60	23.68	29.17
27	15.10	19.34	61	71.24	79.91
28	52.15	67.44	62	29.81	56.60
29	2.23	11.86	63	56.31	76.18
30	22.63	56.37	64	19.55	33.65
31	16.89	24.81	65	26.22	29.14
32	27.58	36.66	66	37.71	54.81
33	54.35	59.64	67	41.27	56.74
34	19.27	18.37			

表注：共有 67 个突出椎间盘；正值表示为术后突出椎间盘吸收的吸收率，负值表示术后突出椎间盘的再突出率

### 3 讨论 Discussion

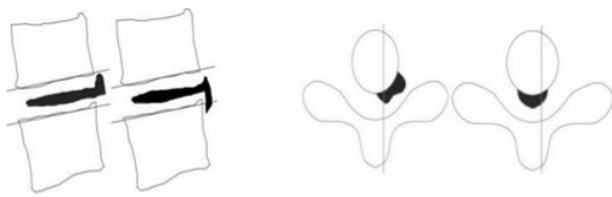
3.1 二维距离法与三维体积法的特点及价值 以往报道有多种方法及指标用于测量观察突出椎间盘，如椎间盘前后径、椎体前后径、椎管前后径、椎管最小径及突出层面面积等，从而算出椎管侵占率和椎管矢状径比减小值，用于研究突出椎间盘的大小及突出严重程度<sup>[10-11]</sup>。二维距离法是较具代表性的一种方法，即使用 MRI 突出椎间盘最大矢状径来表示突出椎间盘大小<sup>[12]</sup>，选取 MRI 矢状面突出最明显处到上下椎体后缘连线的垂直距离来表示突出椎间盘大小是否发生变化，是一种简单明了的定性方法。三维体积法即应用 PACS 软件将形状不规则的突出椎间盘分割成多个部分，再分别测量出各个部分的体积，从而定量测量突出椎间盘体积大小。由于两种方法原理不同，二维距离法只需观测 MRI 一个层面内突出椎间盘最大矢状径的大小变化，而三维体积法则需观测多个层面并测量各个层面突出椎间盘的面积及层间距。根据此组观察结果，两种方法有其各自的特点及价值：

(1) 二维距离法简便快捷但精度较差：此组研究两种方法测量突出椎间盘再吸收吸收比并无明显差异，这说明二者在定性突出椎间盘变化时可发挥相同作用。由于二维距离法误差主要来源于两端点的界定，在两端点界定误差一定的

情况下,所测线段越长误差越小,线段越短误差越大。因此,此研究以最大测量误差/二维距离法获取的椎间盘突出平均值(0.59/5.11 mm)的比值( $\pm 12\%$ )作为二维距离法的误差控制标准具有一定的合理性。临床工作中,如只需简单观察突出颈椎间盘是否发生大小变化时,可采取更简便的二维距离法进行测量,有利于节省时间提高效率。

(2) 三维体积法的测量精度高但相对“繁琐”:此组研究发现两组在吸收度及平均吸收率方面均有明显差异,其原因可能与二维距离法只着重定性突出椎间盘突出层面变化而非椎间盘整体突出体积大小变化有关。

(3) 三维体积法较二维距离法适用范围更广:依据 MOCHIDA 等<sup>[13]</sup>使用的分类方法,突出椎间盘分为 4 个类型:包容型、破裂型、中央型及旁侧型,详见图 5。作者体会某些破裂型及旁侧型突出椎间盘的测量时,二维距离法有时无法准确定位到突出最明显层面,但三维体积法不需定位突出最明显处,可以直接通过测算各个层面的体积之和得到突出椎间盘的体积大小,所以在某些特殊类型突出椎间盘测量时,如二维距离法无法准确定位时,可采用三维体积法进行测量。



图注:由左至右依次为包容型、破裂型、旁侧型及中央型

图 5 | 突出椎间盘类型

Figure 5 | Type of herniated disc

3.2 二维距离组与三维体积组观察 CMEL 术后突出椎间盘再吸收的初步分析 此组研究发现二维距离组与三维体积组在吸收度及平均吸收率方面均有明显差异,三维体积组吸收程度及平均吸收率更高,原因如下:①可能与突出椎间盘再吸收存在不同类型有关:有的以“最明显层面距离减少”为主,而有的以“层数减少”为著。对于后者,由于测量方法的原理限定,使用二维距离法测量时会导致其术后突出椎间盘再吸收识别“假阴性”结果。且二维距离组发现突出椎间盘术后再突出情况,再突出率达 12.88%,但使用三维体积法测量该椎间盘大小时发现其体积并未变大(吸收率为 4.33% $<$ 5%,视为椎间盘无变化),因此对于“最明显层面距离增大”但“层数减少”导致突出椎间盘体积变化不大或变小的情况,使用二维距离法测量时会导致其术后突出椎间盘再吸收识别“假阳性”结果。② CMEL 术后发生广泛突出椎间盘再吸收现象:既往文献报道颈后路手术后突出椎间盘再吸收程度不甚显著<sup>[14]</sup>,平均吸收率约为 9.59%,吸收率最高仅为 20.38%。此组研究发现,CMEL 术后发生广泛的突出椎间盘再吸收现象,无论采用二维距离法还是三维体积法测量,其结果均显示 CMEL 术后突出椎间盘再吸收的吸收比及吸收程度均高于既往报道的颈后路术后突出椎间盘再吸收,这可能与 CMEL 手术方式不同有关,CMEL 术式未对双侧小关节及椎板构成破坏,且节段间有完整的颈后方韧带复合体维系,该术式钛板、双侧椎板及棘

突共同形成“拱形”结构,可使开槽处骨端保持稳定,采用的是棘突韧带复合体后移、对称均匀扩大椎管改善脊髓功能的方式,术后即刻颈椎再次达到三柱的稳定。CMEL 术式发生突出椎间盘再吸收的机制尚有待进一步研究。

3.3 结论 三维体积法是一种较二维距离法精度高、适用性广、可定量测量突出椎间盘体积的方法,可为脊髓型颈椎病诊疗提供可靠依据。

作者贡献:张春霖提出研究思路、设计研究方案;吴彦禹负责实施试验、采集和分析数据以及论文的书写;邵成龙协助采集和分析数据及参与论文的写作和修改;严旭、刘小康、王永魁、李东哲协助采集、分析数据及跟踪随访。

经费支持:该文章没有接受任何经费支持。

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。

机构伦理问题:该临床研究的实施符合《赫尔辛基宣言》和郑州大学第一附属医院对研究的相关伦理要求(伦理批件号:2019-KY-274,批准时间:2019-09-26)。手术主刀医师为主任医师,郑州大学第一附属医院为三甲甲等医院,符合手术的资质要求。

知情同意问题:参与试验的患病个体及其家属为自愿参加,均对试验过程完全知情同意,在充分了解治疗方案的前提下签署了“知情同意书”。

写作指南:该研究遵守《观察性临床研究报告指南》(STROBE 指南)。

文章查重:文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。

文章外审:文章经小同行外审专家双盲外审,同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

生物统计学专家审核:文章统计学方法已经经过郑州大学第一附属医院的生物统计学专家审核。

文章版权:文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

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。

## 4 参考文献 References

- BADHIWALA JH, AHUJA CS, FEHLINGS MG. Time is spine: a review of translational advances in spinal cord injury. *J Neurosurg Spine*. 2018;30(1):1-18.
- NAKASHIMA H, YUKAWA Y, SUDA K, et al. Cervical Disc Protrusion Correlates With the Severity of Cervical Disc Degeneration: A Cross-Sectional Study of 1211 Relatively Healthy Volunteers. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015;40(13):E774-E779.
- AL-RYALAT NT, SALEH SA, MAHAFAZA WS, et al. Myelopathy associated with age-related cervical disc herniation: a retrospective review of magnetic resonance images. *Ann Saudi Med*. 2017;37(2):130-137.
- KRIEGER AJ, MANIKER AH. MRI-documented MarTínez-Quíñones: a case report. *Surg Neurol*. 1992;37(6):457-459.
- REDDY PK, SATHYANARAYANA S, NANDA A. MRI-documented spontaneous regression of cervical disc herniation: a case report and review of the literature. *J La State Med Soc*. 2003;155(2):97-98.
- CVETANOVICH GL, HSU AR, FRANK RM, et al. Spontaneous resorption of a large cervical herniated nucleus pulposus. *Am J Orthop (Belle Mead, NJ)*. 2014;43(7):E140-145.
- 张春霖,张银鹤,严旭,等.内镜下颈椎管成形术治疗脊髓型颈椎病[J].中华骨科杂志,2017,37(2):89-95.
- 宋兴华,欧阳甲,王宏伟,等.颈椎间盘突出动态 MRI 测量及意义[J].中国脊柱脊髓杂志,1999,9(2):3-5.
- 张春霖,刘洋,尚利杰,等.基于 PACS 软件定量体积测量“监控”的突出椎间盘体积观察[J].中国组织工程研究,2020,24(18):2888-2892.
- 刘延青,张凤山,孙宇.颈椎病患者突出椎间盘的 MRI 测量及临床意义[J].中国脊柱脊髓杂志,2004,14(3):19-21.
- THELANDER U, FAGERLUND M, FRIBERG S, et al. Describing the size of lumbar disc herniations using computed tomography. A comparison of different size index calculations and their relation to sciatica. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994;19(17):1979-1984.
- YONE K, SAKOU T, YANASE M, et al. Preoperative and Postoperative Magnetic Resonance Image Evaluations of the Spinal Cord in Cervical Myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1992;17(10S Suppl):S388-S392.
- MOCHIDA K, KOMORI H, OKAWA A, et al. Regression of cervical disc herniation observed on magnetic resonance images. *Spine*. 1998;23(9):990-995; discussion 996-997.
- AJIBOYE RM, ZOLLER SD, ASHANA AA, et al. Regression of disc-osteophyte complexes following laminoplasty versus laminectomy with fusion for cervical spondylolytic myelopathy. *Int J Spine Surg*. 2017;11(3):17.

(责任编辑:GD, ZN, SX)