

DOI: 10.19338/j.issn.1672-2019.2024.07.019

· 临床研究 ·

# 3D打印技术辅助后路植骨联合后路椎弓根内固定对脊柱侧弯患者炎症-应激因子、腰椎功能及生存质量的影响

李楠<sup>1</sup>, 段伟利<sup>2</sup>, 袁海胜<sup>3</sup>

(1. 南阳信臣中医院 骨外科, 河南 南阳 473000; 2. 南阳市中医院 骨外科, 河南 南阳 473000;  
3. 南阳医专第一附属医院, 河南 南阳 473000)

**摘要:** **目的** 探讨3D打印技术辅助后路植骨联合后路椎弓根内固定对脊柱侧弯患者炎症-应激因子、腰椎功能及生存质量的影响。**方法** 选取2021年1月至2023年1月南阳信臣中医院收治的60例脊柱侧弯患者, 电脑随机分为两组, 每组各30例。对照组采用后路椎弓根内固定, 联合组采用3D打印技术辅助后路植骨联合后路椎弓根内固定。对比两组手术相关指标、Oswestry功能障碍指数(ODI)、视觉疼痛模拟VAS评分、应激因子[血清肌酸激酶(CK)、去甲肾上腺素(NE)、皮质醇(Cor)水平]、腰椎功能[胸腰段后凸角(TLK)、胸椎后凸角(TK)、腰椎前凸角(LL)]。**结果** 联合组术中出血量、透视次数、住院天数少于对照组, 手术时间长于对照组, 差异有统计学意义( $P<0.05$ ); 两组术后1个月ODI、VAS评分明显降低, 其中联合组降低幅度大于对照组, 差异有统计学意义( $P<0.05$ ); 两组术后3d Cor、NE、CK水平显著升高, 其中联合组升高幅度小于对照组, 差异有统计学意义( $P<0.05$ ); 联合组术后两周TLK、TK、LL改善幅度大于对照组, 差异有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论** 3D打印技术辅助后路植骨联合后路椎弓根内固定在治疗脊柱侧弯患者中, 能改善腰椎功能、减轻应激反应、提高生活质量, 但手术时间较长。

**关键词:** 脊柱侧弯; 后路椎弓根内固定; 3D打印技术; 后路植骨; 腰椎功能

**中图分类号:** R683.2

## Effects of 3D printing technology assisted posterior bone grafting combined with posterior pedicle internal fixation on inflammatory stress factors, lumbar function and quality of life in patients with scoliosis

LI Nan<sup>1</sup>, DUAN Weili<sup>2</sup>, YUAN Haisheng<sup>3</sup>

(1. Department of Orthopedic Surgery, Xincheng Traditional Chinese Medicine Hospital, Nanyang, Henan 473000, China; 2. Department of Orthopedic Surgery, Nanyang Traditional Chinese Medicine Hospital, Nanyang, Henan 473000, China; 3. The First Affiliated Hospital of Nanyang Medical College, Nanyang, Henan 473000, China)

**Abstract:** **[Objective]** To investigate the effects of 3D printing technology assisted posterior bone grafting combined with posterior pedicle internal fixation on inflammatory stress factors, lumbar function and quality of life in patients with scoliosis. **[Methods]** Sixty patients with scoliosis admitted in Xincheng Traditional Chinese Medicine Hospital from January 2021 to January 2023 were randomly divided into two groups with 30 cases in each group. The control group was treated with posterior pedicle internal fixation, and the combined group was treated with 3D printing technology assisted with posterior bone grafting and posterior pedicle internal fixation. Surgery related indexes, Oswestry disability index (ODI), Visual Analogue Scale (VAS) score for pain, stress factors [serum creatine kinase (CK), norepinephrine (NE), cortisol (Cor) levels], lumbar function [thoracolembar kyphosis (TLK) angle, thoracic kyphosis (TK) angle, lumbar lordosis (LL) angle] were compared between the two groups. **[Results]** The amount of blood loss, fluoroscopy times and hospitalization days in the combined group were less than those in the control group, and the operation time was longer than that in the control group, the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ). ODI and VAS

收稿日期: 2023-10-16

scores of the two groups were significantly decreased one month after operation, and the reduction range of the combined group was greater than that of the control group, the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). The levels of Cor, NE and CK in the two groups were significantly increased 3 days after surgery, and the increases in the combined group were lower than those in the control group, with statistical significance ( $P < 0.05$ ). Two weeks after operation, the improvement of TLK, TK and LL in the combined group was greater than that in the control group, and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). **[Conclusion]** 3D printing assisted posterior bone grafting combined with posterior pedicle fixation can improve lumbar function, reduce stress response and improve quality of life in patients with scoliosis, but the operation time is longer.

**Keywords:** scoliosis; posterior pedicle internal fixation; 3D printing technology; posterior bone grafting; lumbar function

脊柱侧弯是脊柱外科常见疾病类型,指骨骼成熟后随脊柱改变,使得背部出现明显的曲度,发生原发性脊柱侧弯,常在腰背部、胸椎、颈椎、与腰部之间易发生脊柱侧弯,且主要表现为脊柱失稳、小关节增生、脊柱翻转、黄韧带肥厚等症状<sup>[1-2]</sup>。随着生活质量提高、环境不断改变,脊柱侧弯发病率呈增加趋势,严重时伴有脊柱失衡、旋转半脱位等情况发生,造成下肢、腰部疼痛,影响生活工作及身体健康,因此选择有效治疗方案尤为重要<sup>[3]</sup>。这种疾病既影响身体的外貌,也会导致身体功能的损害和疼痛。传统的治疗方法主要包括矫正体操和佩戴脊椎矫正器,但这些方法的效果有限且存在一定的局限性。手术是治疗脊柱侧弯常见方法,包括后路椎弓根内固定、原位融合、椎管减压术等,其中以后路椎弓根内固定为主要术式,虽能改善症状,但应激反应强烈、矫形效果欠佳。当代医疗技术的进步不仅使临床能够以前所未有的方式治疗和预防疾病,还为解决一些较为复杂的健康问题提供了新的解决方案。其中,随着微创技术不断进步提高,3D 打印技术的应用尤为引人注目。近年来,科学家们利用 3D 打印技术成功地应用于脊柱侧弯的治疗,为患者带来了福音。当前 3D 打印技术逐渐运用在手术治疗方式中,其是一种快速成型技术,在治疗脊柱侧弯患者中,3D 打印技术辅助后路植骨联合后路椎弓根内固定能有效改善脊柱性能,安全性高,但临床选择不同,各有优劣<sup>[4-5]</sup>。本研究采用 3D 打印技术辅助后路植骨联合后路椎弓根内固定治疗,旨在探讨其在脊柱侧弯患者中对炎症-应激因子、腰椎功能及生存质量的影响。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2021 年 1 月至 2023 年 1 月南阳信臣中医院收治的 60 例脊柱侧弯患者,电脑随机分为两

组,每组各 30 例。对照组女 12 例,男 18 例,年龄 22~65 岁,平均  $(38.32 \pm 2.25)$  岁,病程 1~9 个月,平均  $(3.13 \pm 1.56)$  个月,体重指数  $19.12 \sim 22.41 \text{ kg/m}^2$ ,平均  $(19.11 \pm 0.45) \text{ kg/m}^2$ 。联合组女 14 例,男 16 例,年龄 23~66 岁,平均  $(37.89 \pm 2.30)$  岁,病程 1~10 个月,平均  $(3.02 \pm 1.63)$  个月,体重指数  $20.03 \sim 21.35 \text{ kg/m}^2$ ,平均  $(18.99 \pm 0.53) \text{ kg/m}^2$ 。两组年龄、性别、病程时间、受伤原因、体重指数等一般资料比较,差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ),具有可比性。研究经医学伦理委员会审批同意(伦理批件编号:2023009)。

### 1.2 选取标准

1.2.1 纳入标准 ①经腰椎 MRI、CT 检查,诊断为脊柱侧弯;②保守治疗无效;③年龄  $> 18$  岁;④患者及家属均知情,且签署同意书;⑤临床资料完整;⑥有下肢、腰疼症状。

1.2.2 排除标准 ①凝血功能障碍;②合并心脏、肝肾等重要脏器功能不全;③神经损伤、认知障碍;④伴有恶性肿瘤、脊柱结核者;⑤合并免疫系统疾病、造血系统疾病;⑥腰背部皮肤组织损伤;⑦先天性脊柱侧弯;⑧中途退出者;⑨手术禁忌证。

### 1.3 方法

1.3.1 对照组 采用后路椎弓根内固定。行全身麻醉,常规消毒铺巾,取卧俯位。于伤椎正中处行纵向切口(8~10 cm),切开皮下组织,分离椎旁组织、肌肉,充分暴露黄韧带、伤椎、节段椎板。借助 C 型臂透视,于上下减压节段打入弓根螺钉,扩大神经管、椎管,连接杆装入钉槽内,矫正后凸畸形,复位椎体高度。确认复位成功,并留置引流管,冲洗创口,常规缝合切口。术后常规行抗生素预防感染。

1.3.2 联合组 采用 3D 打印技术辅助后路植骨联合后路椎弓根内固定。行全身麻醉,常规消毒铺

巾，取俯卧位。于侧弯顶点正中心处行纵向切口，切开皮下组织、浅深筋膜，剥离骶棘肌，充分暴露椎板、相应突关节。通过 3D 打印椎体，确认椎体是否一致，于相应突关节处固定定向导板卡，导板引导下用电钻安装限深钻头（直径 3 mm），确认孔四壁为骨道，并置入定位针，通过 C 型臂透视，攻丝，确认周围为骨质，放置弓根螺钉。咬骨钳去除关节突关节，扩大侧隐窝，减压椎体。切开狭窄椎间盘，并撑开，刮除椎间软骨板，于融合器内放置合适骨质，透视确认生理弧度、融合器、弓根螺钉位置。固定并打磨椎体相应突关节、椎板，于椎板后、双侧腰椎横突、相应突关节处放置减压碎骨。无菌敷料，内置引流管，缝合创口。术后常规行抗生素预防感染。

#### 1.4 观察指标

①对比两组手术相关指标：手术时间、术中出血量、住院天数、透视次数。②腰椎功能 [胸腰段后凸角 (TLK)、胸椎后凸角 (TK)、腰椎前凸角 (LL)]：对比两组术前、术后两周 TLK、TK、LL。③应激因子 [血清肌酸激酶 (CK)、去甲肾上腺素 (NE)、皮质醇 (Cor) 水平]：对比两组术前、术后 3 d Cor、NE、CK 水平。所有受检者均采集入院时空腹肘静脉血 3~6 mL，静置，待血液自然凝固，使用离心机分离（转速 2 000 r/min，离心 15 min），取血清，置入冰箱冷冻待测。采用酶联免疫吸附法检测。④Oswestry 功能障碍指数 (ODI)、视觉疼痛模拟 VAS 评分：对比两组术前、术后 1 个月 ODI、VAS 评分。其中 ODI 评分包括 10 个项目，总分 50 分，分数越高，腰椎功能越差。VAS 评分

总分 10 分，分值越高，疼痛越严重。

#### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 22.0 对数据进行分析，计量资料以均数 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示，比较用 *t* 检验，计数资料以百分率 (%) 表示，比较用  $\chi^2$  检验，*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

### 2 结果

#### 2.1 两组手术相关指标比较

联合组术中出血量、住院天数、透视次数少于对照组，手术时间长于对照组，差异有统计学意义 (*P* < 0.05)。见表 1。

表 1 两组手术相关指标比较 ( $n=30, \bar{x} \pm s$ )

组别	手术时间/min	术中出血量/mL	住院天数/d	透视次数/次
对照组	140.11±10.62	651.33±52.46	10.72±4.31	20.27±4.12
联合组	161.23±10.45	512.17±52.51	7.32±4.40	15.39±4.24
<i>t</i>	7.764	10.269	3.024	4.521
<i>P</i>	<0.001	<0.001	0.004	<0.001

#### 2.2 两组腰椎功能比较

术后两周 TLK、TK、LL 明显改善，其中联合组改善幅度大于对照组，差异有统计学意义 (*P* < 0.05)；两组术前 TLK、TK、LL 相比，差异无统计学意义 (*P* > 0.05)。见表 2。

#### 2.3 两组 Cor、NE、CK 水平比较

两组术前 Cor、NE、CK 水平相比，差异无统计学意义 (*P* > 0.05)；术后 3 d 两组 Cor、NE、CK 水平与术前相比明显升高，其中联合组升高幅度小于对照组，差异有统计学意义 (*P* < 0.05)。见表 3。

表 2 两组术前、术后两周 TLK、TK、LL 对比 ( $n=30, \bar{x} \pm s, ^\circ$ )

组别	TK角		TLK角		LL角	
	术前	术后两周	术前	术后两周	术前	术后两周
对照组	35.43±5.68	20.24±3.52	16.18±1.77	8.51±0.65	20.72±1.38	25.46±0.55
联合组	34.52±6.71	15.11±3.60	16.01±1.23	6.03±0.71	20.58±1.41	30.13±0.62
<i>t</i>	0.567	5.581	0.432	14.111	0.389	30.863
<i>P</i>	0.573	<0.001	0.667	<0.001	0.699	<0.001

表 3 两组术前、术后 3d Cor、NE、CK 水平对比 ( $n=30, \bar{x} \pm s$ )

组别	Cor/(ng/mL)		NE/(ng/mL)		CK/(IU/L)	
	术前	术后 3d	术前	术后 3d	术前	术后 3d
对照组	153.67±20.11	213.51±15.43	41.23±5.78	52.66±5.69	151.39±23.36	223.41±21.15
联合组	151.97±20.21	175.03±15.55	40.01±5.81	44.58±5.72	148.64±23.41	179.32±21.20
<i>t</i>	0.326	9.621	0.815	5.485	0.455	8.064
<i>P</i>	0.745	<0.001	0.418	<0.001	0.651	<0.001

## 2.4 两组 ODI、VAS 评分比较

两组术前 ODI、VAS 评分相比, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ); 术后 1 个月两组 ODI、VAS 评分均较术前降低, 其中联合组降低幅度大于对照组, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。见表 4。

表 4 两组术前、术后 1 个月 ODI 评分、VAS 评分比较  
( $n=30, \bar{x} \pm s$ , 分)

组别	ODI 评分		VAS 评分	
	术前	术后 1 个月	术前	术后 1 个月
对照组	35.13±6.55	21.34±3.21	9.56±1.13	6.24±1.42
联合组	33.68±6.61	15.73±3.30	9.48±1.21	4.32±1.51
<i>t</i>	0.853	6.675	0.265	5.074
<i>P</i>	0.397	<0.001	0.792	<0.001

## 3 讨论

脊柱侧弯是种退变性脊柱疾病, 具有小关节增生、黄韧带增厚、脊柱失稳等特点, 其活性、生长发育能力尤为重要, 临床主要表现为下肢、腰背部疼痛等症状, 同时会发生脊柱翻转、心肺功能丧失等现象, 对患者生活质量及生命造成影响<sup>[6-7]</sup>。手术是治疗脊柱侧弯常用方法, 后路椎弓根内固定为常见术式, 对脊柱的三柱固定、矫形有显著疗效, 但术后易丢失矫形度数, 术后恢复慢<sup>[8]</sup>。目前, 随着医疗技术不断进步提高及 3D 打印技术的发展, 医生们开始利用此技术打造个性化的脊柱支架, 以更好地满足患者的需求。通过对患者的脊柱进行 CT 扫描, 医生可以获取详细的脊柱结构信息, 并将其转化为 3D 模型。基于该模型, 医生可以使用 3D 打印技术制作出符合患者特定需求的支架。3D 打印技术辅助后路植骨联合后路椎弓根内固定逐渐广泛应用治疗脊柱侧弯患者中, 能预设手术方式、减压范围, 对术后矫形度进行预判, 但各种方案各有优劣<sup>[9]</sup>。

后路椎弓根内固定对脊柱有稳定、平衡的优势, 具有确切疗效, 但长期疗效欠佳, 易增加术后并发症发生率<sup>[10-11]</sup>。与后路椎弓根内固定相比, 3D 打印技术辅助后路植骨联合后路椎弓根内固定具有以下优势: ①3D 打印技术辅助, 利于预设手术方式、固定、减压范围, 对侧弯矫正进行判断。②椎弓根导板精准度高, 便于操作, 减少透视次数及术中辐射量。③术前模拟置钉, 减少术中穿刺次数及术中出血量。④切口小, 减少创伤, 避免对脊柱周围结构损伤, 降低并发症发生概率。⑤经后路植骨, 在切除病灶组织的基础上, 减少

炎症反应发生<sup>[12-13]</sup>。本研究数据显示, 联合组手术时间长于对照组, 术中出血量、透视次数、住院天数少于对照组 ( $P<0.05$ ), 提示, 联合组能减少术中出血量及辐射量、促进术后康复, 但耗时较长。术后两周联合组 TLK、TK、LL 改善幅度大于对照组 ( $P<0.05$ ), 提示, 3D 打印技术辅助后路植骨联合后路椎弓根内固定治疗脊柱侧弯, 更有利于改善腰椎功能, 促进脊柱功能恢复。这是因为与传统的脊柱支架相比, 给予患者个性化的 3D 打印支架具有许多优势。首先, 由于支架可以完全适应患者的脊柱形态, 因此可以提供更加精确的支撑和矫正作用。其次, 由于支架是通过 3D 打印技术制造的, 因此可以实现更高的制造精度和完整性, 从而提高治疗效果。此外, 这些支架材料的选择也更加广泛, 可以选用更加耐用和轻量化的材料, 提升患者的舒适度和生活质量。

研究证实, 手术是一种特殊应激源, 手术不同程度创伤可引起全身应激反应, 在内固定手术中尤为明显<sup>[14]</sup>。因肌肉组织损伤、手术创伤、疼痛刺激造成神经系统活性升高, 从而增加 Cor、NE、CK 水平。本研究数据显示, 术后 3 d 联合组 Cor、NE、CK 水平升高幅度小于对照组 ( $P<0.05$ ), 表明联合组更有助于调节机体炎症因子, 减轻应激反应。考虑可能与切口小、术中出血量少有关。3D 打印术前模拟置钉, 精准定位, 可一次穿刺成功, 减少创伤, 增加弓根内固定准确性。此外, 研究数据显示, 术后 1 个月联合组 ODI、VAS 评分降低幅度大于对照组 ( $P<0.05$ ), 表示联合组能改善脊柱功能, 减轻患者疼痛程度。应注意的是, 3D 打印技术, 采用光敏树脂要进行低温消毒, 且植骨联合机体髂骨块可促进颗粒骨及骨块支撑力相互结合, 从而提高椎间融合, 保持椎间间隙高度<sup>[15]</sup>。3D 打印技术在脊柱侧弯治疗中并非完全取代传统的治疗方法, 而是作为一种更加个性化和精准的补充治疗手段。同时, 由于脊柱侧弯是一种复杂的疾病, 治疗过程中需要综合考虑患者的年龄、疾病严重程度和生活习惯等因素。因此, 在应用 3D 打印技术治疗脊柱侧弯时, 还需结合医生的专业意见和患者的个人情况进行全面评估和决策。

综上所述, 3D 打印技术辅助后路植骨联合后路椎弓根内固定治疗脊柱侧弯患者, 能减少术中出血量、改善腰椎功能、减轻应激反应、促进术后恢复, 但手术时间较长, 具体方案的选择应根据临床实际情况而定。

## 参 考 文 献

- [1] 颜思琪, 钟卫权. 中西医康复治疗对青少年特发性脊柱侧弯疗效的研究进展[J]. 徐州医科大学学报, 2022, 42(10): 776-780.
- [2] CEBALLOS-LAITA L, CARRASCO-URIBARREN A, CABANILLAS-BAREA S, et al. The effectiveness of Schroth method in Cobb angle, quality of life and trunk rotation angle in adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review and meta-analysis[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2023, 59(2): 228-236.
- [3] 马德铭, 王连成, 杜良波, 等. 物理治疗脊柱侧弯特定运动对轻度青少年特发性脊柱侧凸的康复疗效[J]. 中国临床研究, 2021, 34(9): 1240-1244.
- [4] 刘志强, 冯大雄, 周云龙, 等. 后路椎弓根钉棒系统内固定术治疗退变性脊柱侧弯的临床价值[J]. 中国医师杂志, 2020, 22(3): 394-397.
- [5] 张斌, 蒲昊, 王明忠, 等. 后路椎弓根内固定术联合椎体成形术治疗胸腰椎骨折患者的效果[J]. 实用临床医药杂志, 2020, 24(20): 15-17, 21.
- [6] 李远强, 欧云生, 朱勇, 等. 长节段及短节段固定治疗 Cobb 角 20 ~ 40° 退变性脊柱侧弯并椎管狭窄的对比研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2020, 34(3): 285-293.
- [7] DA SILVEIRA GE, ANDRADE RM, GUILHERMINO GG, et al. The effects of short- and long-term spinal brace use with and without exercise on spine, balance, and gait in adolescents with idiopathic scoliosis[J]. Medicina, 2022, 58(8): 1024.
- [8] 刘志强, 冯大雄, 周云龙, 等. 后路椎弓根钉棒系统内固定术治疗退变性脊柱侧弯的临床价值[J]. 中国医师杂志, 2020, 22(3): 394-397.
- [9] 蔡婧璇, 古凯, 陈宇, 等. 基于 3D 打印技术的定制脊柱侧弯矫形器数字模块化设计研究[J]. 生物医学工程研究, 2020, 39(2): 203-207.
- [10] 张斌, 蒲昊, 王明忠, 等. 后路椎弓根内固定术联合椎体成形术治疗胸腰椎骨折患者的效果[J]. 实用临床医药杂志, 2020, 24(20): 15-17, 21.
- [11] LEBHAR J, BRYAND C, BRETON Y, et al. Can intraoperative radiation dose in percutaneous posterior thoracolumbar internal fixation be reduced by impedancemetry-guided pedicle sighting? A prospective randomized study[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2023, 109(2): 103250.
- [12] 曹兴泽, 陈扬, 陈铭聰, 等. 3D 打印技术在后路腰椎椎间融合术治疗峡部裂型腰椎滑脱中的应用[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36(1): 38-40.
- [13] 赵晖, 邹明, 吴建明, 等. 3D 打印技术辅助椎弓根钉内固定治疗退行性腰椎侧弯的疗效分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2020, 35(5): 500-501.
- [14] 吴健峰. 椎间植骨融合内固定术与椎管减压术在治疗退行性脊柱侧弯中的效果对比[J]. 中外医学研究, 2022, 20(7): 56-59.
- [15] 张银顺, 陶晖, 董福龙, 等. 后路松解椎间支撑植骨对退变性脊柱侧弯的治疗效果评价[J]. 颈腰痛杂志, 2020, 41(3): 293-295.

(方丽蓉 编辑)