

DOI:10.16781/j.CN31-2187/R.20220436

· 论 著 ·

牵引下仰卧位全脊柱 X 线片在中重度脊柱侧凸矫形术前评估中的应用价值

贾一鸣^{1△}, 李 励^{2△}, 段广闻¹, 倪 静¹, 张 茸¹, 刘士远^{1*}

1. 海军军医大学(第二军医大学)第二附属医院放射诊断科, 上海 200003

2. 同济大学附属第十人民医院放射科, 上海 200072

[摘要] **目的** 通过对比分析牵引下仰卧位全脊柱拼接 X 线片与站立位全脊柱拼接 X 线片测量数据, 评估两者对中重度脊柱侧凸患者术前手术方案选择的指导价值。**方法** 回顾性选择 2021 年 1 月至 12 月在海军军医大学(第二军医大学)第二附属医院因脊柱侧凸就医并拍摄牵引下负重仰卧位全脊柱(颈椎-胸椎-腰椎-骨盆)正侧位 X 线片的中重度脊柱侧凸患者, 经过纳入标准筛选共纳入 82 例患者。记录患者的年龄、性别、术前站立位与牵引下负重仰卧位及术后站立位的全脊柱 Cobb 角、手术方案、术后 Cobb 角矫正率、脊柱柔韧性。将患者分为脊柱柔韧性 $\geq 30\%$ 组和脊柱柔韧性 $< 30\%$ 组, 分析脊柱柔韧性与术后矫正率、矫形手术方案选择的关系。**结果** 82 例患者中女 57 例、男 25 例, 年龄为 6~63 岁, 平均年龄为(23.0±14.3)岁。术前 Cobb 角为(69.90±27.74)°, 牵引下 Cobb 角为(42.33±30.31)°, 术后 Cobb 角为(13.53±14.87)°, 术后 Cobb 角矫正率为(80.90±17.36)%。脊柱柔韧性 $\geq 30\%$ 组的术后 Cobb 角矫正率高于脊柱柔韧性 $< 30\%$ 组[(86.97±15.39)% vs (74.41±17.74)%; $t=2.802$, $P=0.011$]。脊柱柔韧性 $\geq 30\%$ 组、 $< 30\%$ 组接受截骨矫形手术的患者占比分别为 61.0%(25/41)、80.5%(33/41), 差异接近有统计意义($\chi^2=3.770$, $P=0.052$)。**结论** 对于中重度脊柱侧凸患者, 术前牵引下负重仰卧位及站立位全脊柱 X 线拍摄可提供其脊柱柔韧性及 Cobb 角等数据, 有助于指导手术方案的选择。

[关键词] 牵引; Cobb 角; 脊柱侧凸; 矫形手术; 脊柱柔韧性

[中图分类号] R 682.3

[文献标志码] A

[文章编号] 2097-1338(2023)05-0571-05

Value of whole spine scanography with supine position under traction in preoperative evaluation of moderate to severe scoliosis correction

JIA Yi-ming^{1△}, LI Li^{2△}, DUAN Guang-wen¹, NI Jing¹, ZHANG Rong¹, LIU Shi-yuan^{1*}

1. Department of Radiology, The Second Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200003, China

2. Department of Radiology, Tenth People's Hospital of Tongji University, Shanghai 200072, China

[Abstract] **Objective** To assess the value of the whole spine scanography with supine position under traction and the whole spine scanography with erect position in guiding the preoperative surgical plan for patients with moderate to severe scoliosis by comparing and analyzing the data of the 2 methods. **Methods** Patients with moderate to severe scoliosis who visited The Second Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University) from Jan. to Dec. 2021 and had weight-bearing supine whole spine positive and lateral radiographs under traction were retrospectively selected, and a total of 82 patients were included after screening by inclusion criteria. The patients' age, gender, preoperative erect position, weight-bearing supine position under traction and postoperative erect position whole spine Cobb angles, surgical options, postoperative Cobb angle correction rate and spinal flexibility were analyzed. The patients were divided into groups with spinal flexibility $\geq 30\%$ and spinal flexibility $< 30\%$, and the relationships between spinal flexibility and postoperative correction rate, as well as the selection of orthopedic surgery options, were analyzed. **Results** Among the 82 patients, 57 were female and 25 were male, aged from 6 to 63 years, with an average age of (23.0±14.3) years. The preoperative Cobb angle was (69.90±27.74)°, the Cobb angle was (42.33±30.31)° under traction, postoperative Cobb angle was (13.53±14.87)°, and postoperative Cobb angle correction rate was (80.90±17.36)%. The postoperative Cobb

[收稿日期] 2022-05-22

[接受日期] 2022-09-02

[作者简介] 贾一鸣, 技师. E-mail: 670036722@qq.com; 李 励, 主管技师. E-mail: zhangliyang1999@126.com

[△]共同第一作者(Co-first authors).

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-63587668, E-mail: liushiyan@smmu.edu.cn

angle correction rate in the group with spinal flexibility $\geq 30\%$ was higher than that in the group with spinal flexibility $< 30\%$ ($[86.97 \pm 15.39] \%$ vs $[74.41 \pm 17.74] \%$; $t=2.802$, $P=0.011$). The proportions of patients in the spinal flexibility $\geq 30\%$ and $< 30\%$ groups receiving osteotomy and orthopedic surgery were 61.0% (25/41) and 80.5% (33/41), respectively ($\chi^2=3.770$, $P=0.052$). **Conclusion** For patients with moderate to severe scoliosis, preoperative weight-bearing whole spine scanography with supine position under traction and whole spine scanography with erect position can provide data such as spinal flexibility and Cobb angle for the selection of surgical options.

[**Key words**] traction; Cobb angle; scoliosis; orthopedic surgery; spinal flexibility

[Acad J Naval Med Univ, 2023, 44(5): 571-575]

脊柱侧凸是常见的脊柱外科疾病,大部分由于儿童或青少年时期坐姿不良或骨骼发育过快等导致,少部分是因其他疾病导致的脊柱畸形弯曲。脊柱侧凸一旦存在将难以自我好转而保持现有状态不变或越来越加重,严重的脊柱侧凸畸形会压迫胸部、腹部器官而影响重要生理功能,导致患者出现呼吸困难、进食困难等症状,部分还会出现下肢麻木、肌肉萎缩,甚至截瘫。矫正手术是脊柱侧凸的主要治疗手段,诊疗前拍摄的全脊柱正侧位X线片对于治疗方式的选择及治疗疗效的评估有重要意义^[1-2]。常规站立状态下拍摄的全脊柱拼接X线片和处于负重牵引状态下所拍摄图像中测得的Cobb角不同^[2],以两者差值和常规站立正位X线片测得Cobb角的比值判定脊柱侧凸患者的脊柱柔韧度,对于决定如何进行矫正手术具有重要意义。本研究通过对牵引下负重仰卧位全脊柱拼接X线片与站立位全脊柱拼接X线片进行对比分析,评估两者对中重度脊柱侧凸患者术前手术方案选择的指导价值。

1 资料和方法

1.1 资料来源 本研究为回顾性研究。选择2021年1月至12月在海军军医大学(第二军医大学)第二附属医院进行牵引下负重仰卧位全脊柱(颈椎-胸椎-腰椎-骨盆)正侧位X线拍摄的脊柱侧凸患者245例。纳入标准:(1)年龄 > 5 岁;(2)Cobb角 $> 40^\circ$ 且 $< 80^\circ$;(3)患者及家属对牵引负重服从性高;(4)无椎体骨折等情况;(5)同时拍摄站立位全脊柱(颈椎-胸椎-腰椎-骨盆)正侧位X线片。根据上述标准筛选共纳入82例患者。本研究符合X线片质量控制要求,X线片拍摄取得受检查者及其监护人知情同意。

1.2 X线片拍摄方法 X线片拍摄与图像采集采用Siemens YSIO型多功能DR成像系统、专用检查床及站立支架、东软智慧医学影像信息系统PACS/

RIS,图像打印采用富士film DRYPIX 4000plus激光成像仪及 $35\text{ cm} \times 43\text{ cm}$ 富士医用干式激光成像胶片。

站立位全脊柱(颈椎-胸椎-腰椎-骨盆)正位X线片:受检者呈标准解剖学姿势直立于脚踏板中心,背靠于摄影架前。体部不超出摄影架左右边缘,尽量保持骨盆在同一水平,保持下肢不动。侧位X线片:被检者侧立于脚踏板中心,双臂向前伸平,双手握拳平下颌平面,侧面靠于摄影架,体部尽量放在中间,前后不超出摄影架左右边缘,双足分开站稳。摄影条件:曝光条件为 $70 \sim 90\text{ kV}$ 、 $30 \sim 200\text{ mA}$ [自动曝光条件控制(automatic exposure control, AEC)模式最佳]、X线源至影像接收器的距离(source to image receptor distance, SID)为 300 cm 、大焦点,照射野为上缘超过第一颈椎、下缘包括耻骨联合下缘。采用Siemens DR成像系统进行全长拼接后处理^[3-5]。

牵引下负重仰卧位全脊柱(颈椎-胸椎-腰椎-骨盆)正位X线片:受检者平躺于检查床上,尽量使身体置于床正中,下颌抬高,双手放在身体两侧,双下肢伸直。体部不超出摄影床左右边缘,尽量保持骨盆在同一水平,保持下肢不动。侧位X线片:被检者侧卧于检查床中心,头稍后仰使头颈在一个平面(头部可放置枕头),双臂向前伸平,双手握拳平下颌平面(年龄较大者手可以扶住检查床床沿),体部尽量放在中间,前后不超出摄影床左右边缘^[4-5]。机械辅助装置:头侧端使用带称牵引绳、牵引带、滑轮及固定架组合,以枕骨隆起和下颌骨作为牵拉点;足侧端使用束缚带及固定支架在足踝部作为牵拉点进行固定;拍摄时在头端牵引绳处放重物进行牵拉,在足侧段固定受检者身体不产生位移。摄影条件:曝光条件为 $70 \sim 90\text{ kV}$ 、 $30 \sim 200\text{ mA}$ (AEC模式最佳)、SID为 200 cm 、大焦点,照射野为上缘超过第一颈椎、下缘包括耻

骨联合下缘。采用 Siemens DR 成像系统进行全长拼接后处理^[5]。

1.3 观察指标与测量参数 记录患者的年龄、性别、脊柱侧凸矫形手术方案、术前站立位与牵引下负重仰卧位及术后站立位的全脊柱 Cobb 角、术后 Cobb 角矫正率、脊柱柔韧度。Cobb 角为上端椎上终板延长线与下端椎下终板延长线的夹角, 其中上、下端椎为侧凸中向脊柱侧凸凹侧倾斜度最大的椎体^[6]。术后 Cobb 角矫正率 (100%) = (术后站立位 Cobb 角 - 术前站立位 Cobb 角) / 术前站立位 Cobb 角 × 100%^[7]。脊柱柔韧度 (100%) = (站立位 Cobb 角 - 牵引下仰卧位 Cobb 角) / 站立位 Cobb 角 × 100%^[8-9]。按所测的脊柱柔韧度将患者分为脊柱柔韧度 ≥ 30% 组和脊柱柔韧度 < 30% 组, 分析脊柱柔韧度与术后矫正率、矫形手术方案选择的关系。

1.4 统计学处理 应用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组间比较采用独立样本 *t* 检验; 计数资料以例数和百分数表示, 两组

间比较采用 χ^2 检验。检验水准 (α) 为 0.05。

2 结果

2.1 患者基本资料 共纳入 82 例脊柱侧凸患者, 其中女 57 例、男 25 例; 年龄为 6~63 岁, 平均年龄为 (23.0 ± 14.3) 岁。Risser 征 3 级 43 例 (52.4%), 4 级 31 例 (37.8%), 5 级 8 例 (9.8%)。Lenke 分型 1 型 19 例 (23.2%), 2 型 3 例 (3.7%), 3 型 14 例 (17.1%), 4 型 1 例 (1.2%), 5 型 22 例 (26.8%), 6 型 23 例 (28.0%)。腰椎修正 A、B 型 48 例 (58.5%), C 型 34 例 (41.5%)。顶椎偏移距离为 (7.17 ± 2.46) mm, 双肩影像学高度差为 (2.37 ± 1.88) cm, 骨盆侧倾角为 (14.79 ± 4.47)°。

2.2 患者总体术后矫正率 82 例患者均拍摄了术前站立位与牵引下负重仰卧位及术后全脊柱拼接 X 线片 (图 1)。术前 Cobb 角为 (69.90 ± 27.74)°, 牵引下 Cobb 角为 (42.33 ± 30.31)°; 术后 Cobb 角为 (13.53 ± 14.87)°, 术后 Cobb 角矫正率为 (80.90 ± 17.36)%。

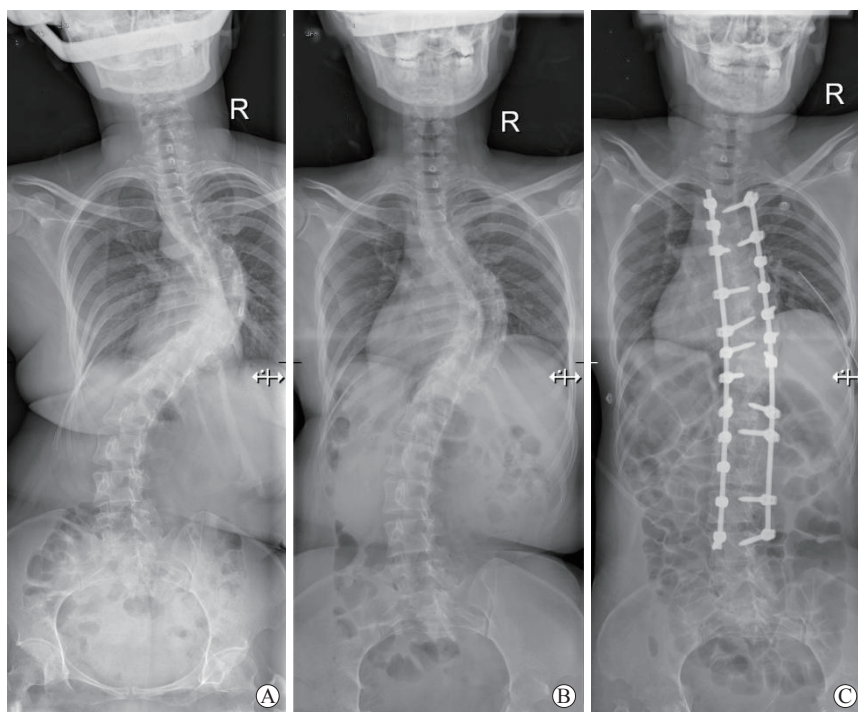


图 1 脊柱侧凸患者全脊柱拼接 X 线片

Fig 1 Whole spine radiographs in patients with scoliosis

A: Whole spine radiograph in erect position before operation; B: Weight-bearing supine whole spine radiograph under traction before operation; C: Whole spine radiograph in supine position after operation. R: Right.

2.3 不同脊柱柔韧度患者的术后矫正率 82 例脊柱侧凸患者的脊柱柔韧度为 (43.19 ± 28.91)%。脊柱柔韧度 ≥ 30% 组患者 41 例, 术后 Cobb 角

矫正率为 (86.97 ± 15.39)%; 脊柱柔韧度 < 30% 组患者 41 例, 术后 Cobb 角矫正率为 (74.41 ± 17.74)%。脊柱柔韧度 ≥ 30% 组患者术

后 Cobb 角矫正率高于脊柱柔韧度 $<30\%$ 组, 差异有统计学意义 ($t=2.802$, $P=0.011$)。

2.4 不同矫形手术方式患者的术后矫正率 脊柱柔韧度 $\geq 30\%$ 组的 41 例患者中, 16 例 (39.0%) 接受单纯后路内固定矫形手术, 术后 Cobb 角矫正率为 $(89.23 \pm 16.59)\%$; 22 例 (53.7%) 接受 Smith-Petersen 截骨术 (Smith-Petersen osteotomy, SPO) 及 Ponte 截骨矫形手术, 术后 Cobb 角矫正率为 $(87.22 \pm 17.36)\%$; 1 例 (2.4%) 接受经椎弓根椎体截骨术 (pedicle subtraction osteotomy, PSO), 术后 Cobb 角矫正率为 57%; 2 例 (4.9%) 接受全脊柱截骨术 (vertebral column resection, VCR), 术后 Cobb 角矫正率分别为 62%、79%。脊柱柔韧度 $<30\%$ 组的 41 例患者中, 8 例 (19.5%) 接受单纯后路内固定矫形手术, 术后 Cobb 角矫正率为 $(71.44 \pm 18.79)\%$; 20 例 (48.8%) 接受 SPO 及 Ponte 截骨矫形手术, 术后 Cobb 角矫正率为 $(81.11 \pm 16.81)\%$; 6 例 (14.6%) 接受 PSO, 术后 Cobb 角矫正率为 $(62.81 \pm 15.02)\%$; 7 例 (17.1%) 接受 VCR, 术后 Cobb 角矫正率为 $(66.42 \pm 16.52)\%$ 。脊柱柔韧度 $\geq 30\%$ 组接受截骨矫形手术的患者占比 (61.0%, 25/41) 低于脊柱柔韧度 $<30\%$ 组 (80.5%, 33/41), 差异接近有统计学意义 ($\chi^2=3.770$, $P=0.052$)。

3 讨论

本研究通过对患者术前牵引下负重仰卧位及站立位全脊柱拼接 X 线片图像测得的数据进行对比, 综合分析脊柱柔韧度与矫正率等临床指标, 结果表明脊柱柔韧度好 ($\geq 30\%$) 的脊柱侧凸患者术后 Cobb 角矫正率较高, 且术中选择截骨术式的患者较少。

脊柱侧凸畸形是脊柱畸形中最常见的一种类型, 也是目前青少年在青春期或生长发育中最常见的骨骼畸形。侧凸角 (Cobb 角) 是目前评估脊柱侧凸严重程度及是否具有手术指征和手术方案选择的重要参数之一。Cobb 角 $>70^\circ$ 为重度脊柱侧凸^[8], 严重影响患者的日常自主生活, 也对患者的身躯外观形象、心肺功能及心理状态有重要影响。通常 Cobb 角 $>40^\circ$ 的患者就需要行手术治疗。在站立位状态下及牵引负重下全脊柱 X 线片上测得 Cobb 角的差值可反映脊柱柔韧度^[9]。术前脊柱柔韧度评

估是进行选择性短节段融合手术的基础, 不同的脊柱柔韧度评估方式在不同矫形器械、侧凸类型及矫形截骨方式中应用效果不同。虽然牵引负重下全脊柱 X 线片不能完全预测矫形效果, 但其数值仍对术前预测、是否选择截骨及截骨方式有指导作用^[10]。全脊柱影像拼接 X 线片是最能直接反映脊柱畸形程度、方便 Cobb 角测量、价格低廉、检查快捷的影像学检查方法。

目前脊柱侧凸柔韧度的评估测量有很多方法, 标准不一。随着机器的更新换代及各种影像技术的发展, 新的评估方法不断被提出, 但目前尚无一种通用的适用于所有脊柱侧凸患者的柔韧性评估方法。使用牵引下负重仰卧位全脊柱 X 线片评估脊柱柔韧度会因部分患者自身原因无法配合而导致结果不准确^[7], 但其仍是目前术前常规评估方法之一。牵引下负重仰卧位全脊柱 X 线片可以通过外力作为被动矫形力, 能很好地评估融合节段上下方的代偿情况及脊柱自我恢复的能力^[8]。

不同的截骨术所能提供的矫形效果不同, 因此在术前需判断患者畸形的严重程度、矫形预期效果、脊柱柔韧度、术前全脊柱 Cobb 角等信息, 决定是否使用截骨矫形术、采用何种矫形术式。目前截骨方式主要有 SPO、PSO 和 VCR, 其余截骨术则是在上述基础上的改良及变化^[11], 截骨范围常规分为 6 级。本组患者采用的截骨术式以 SPO 及 Ponte 截骨术占比较高 (72.4%, 42/58), PSO、VCR 截骨术分别占 12.0% (7/58)、15.5% (9/58)。脊柱柔韧度 $\geq 30\%$ 组接受截骨手术的患者少于 $<30\%$ 组。按不同术式进行对比分析, 结果显示与脊柱柔韧度 $<30\%$ 组相比, 脊柱柔韧度 $\geq 30\%$ 组术后 Cobb 角矫正率在单纯后路固定手术术后增加 $(17.79 \pm 2.20)\%$, 在 SPO 及 Ponte 截骨术后增加 $(6.11 \pm 0.55)\%$, PSO 和 VCR 因数据不足无法对比。与 SPO、Ponte 截骨术及 PSO 相比, VCR 虽然能够提供较大的矫正角度, 但并发症发生率较高, 选择 VCR 需谨慎。临床上为了降低术后并发症发生率往往先进行牵引负重治疗后再定期进行影像学复查^[12], 为后续手术治疗提供数据及方案选择可能。

本研究存在以下不足之处: (1) 收集的患者例数相对较少, 未来可纳入具有不同节段脊柱侧凸数据的样本进行分段对比, 进一步深入验证与研

究。(2) 未能确定牵引恢复角度, 之后的研究需要大量随访数据。(3) 由于患者病情不同及个体差异, 未能控制负重重量和负重方向。(4) 没有采用个体化拍摄方案, 未能更有效地运用机械辅助装置。

综上所述, 对于中重度脊柱侧凸患者, 通过术前牵引下负重仰卧位及站立位全脊柱X线片拍摄所得图像进行数据分析, 可为手术方案的选择提供脊柱柔韧度及Cobb角变化等信息, 从而为是否需要进行截骨矫正手术提供参考。

[参考文献]

- [1] 张毅, 邵杰, 李唯, 李雄飞, 白玉树. 青少年特发性脊柱侧凸患者术后脊柱骨盆矢状面参数的变化[J]. 海军军医大学学报, 2022, 43: 533-539.
- ZHANG Y, SHAO J, LI W, LI X F, BAI Y S. Changes of sagittal spino-pelvic parameters after surgery in adolescent idiopathic scoliosis patients[J]. Acad J Naval Med Univ, 2022, 43: 533-539.
- [2] 李唐波, 林涛, 孟怡辰, 姜横, 王策, 周许辉. 术前Halo重力牵引辅助治疗青少年重度脊柱侧凸畸形的临床疗效[J]. 中国临床医学, 2017, 24: 510-513.
- [3] 康莹, 刘德斌, 王园园, 张延娇. 全脊柱拼接在青少年脊柱侧弯中的应用价值[J]. 影像研究与医学应用, 2020, 4: 141-143.
- [4] 张茸, 朱冬青, 李励, 万欣怡, 刘士远. 数字化全脊柱成像技术在脊柱侧凸畸形中的应用[J]. 医学影像学杂志, 2015, 25: 180-183.
- [5] 曹亮, 朱裕成, 马军. 站立位全脊柱摄影拼接技术优化方案及质量控制[J]. 实用医学影像杂志, 2018, 19: 500-502.
- [6] MEHTA S S, MODI H N, SRINIVASALU S, CHEN T, SUH S W, YANG J H, et al. Interobserver and intraobserver reliability of Cobb angle measurement: endplate versus pedicle as bony landmarks for measurement: a statistical analysis[J]. J Pediatr Orthop, 2009, 29: 749-754.
- [7] 刘文军, 邱勇, 孙旭, 刘臻, 束昊, 王信华, 等. 青少年特发性脊柱侧凸患者脊柱柔韧性的影响因素[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19: 882-886.
- [8] 王飞, 何翔, 李明. 青少年特发性脊柱侧凸患者术前柔韧性评估的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 21: 1966-1969.
- [9] 林必贵, 张永刚, 张雪松, 王征, 毛克亚, 陆宁, 等. 全节段与选择性节段椎弓根螺钉固定治疗重度僵硬型青少年特发性脊柱侧凸比较[J]. 中华骨科杂志, 2010, 30: 330-335.
- [10] 张宏其, 付美奇, 唐明星, 王昱翔, 陈小明, 刘少华, 等. 仰卧支点加压位X线片预测青少年特发性脊柱侧凸患者矫形效果的价值[J]. 脊柱外科杂志, 2009, 7: 21-25.
- [11] 白锦毅, 陈自强, 赵颖川, 李明. 青少年特发性脊柱侧凸术前柔韧性影响因素及评估方法研究进展[J]. 第二军医大学学报, 2020, 41: 1183-1187.
- BAI J Y, CHEN Z Q, ZHAO Y C, LI M. Influencing factors and evaluation methods of preoperative flexibility in patients with adolescent idiopathic scoliosis: research progress[J]. Acad J Sec Mil Med Univ, 2020, 41: 1183-1187.
- [12] 邱勇. 脊柱畸形截骨矫形的问题与思考[J]. 中国骨伤, 2020, 33: 97-99.

[本文编辑] 杨亚红