

Halo-头盆环牵引联合 II 期矫形治疗重度僵硬性脊柱侧弯

王增平, 薛文, 王中华, 钱耀文, 刘林

(甘肃省人民医院骨 2 科, 甘肃 兰州 730000)

【摘要】 目的:探讨头盆环牵引联合 II 期矫形在重度僵硬性脊柱侧弯的临床疗效。方法:2015 年 1 月至 2019 年 5 月行头盆环牵引的脊柱侧弯患者共 16 例, 其中男 7 例, 女 9 例; 年龄 14~28 岁, 平均 17.6 岁; Cobb 角 90° ~ 140° ($108.84 \pm 17.93^{\circ}$); 先天性脊柱侧凸 10 例(分节不良 6 例, 形成障碍 3 例, 混合型 1 例), 特发性脊柱侧凸 4 例, 神经纤维瘤病 2 例。16 例均采用 I 期头盆环牵引联合 II 期手术治疗, 其中 7 例采用自制髂骨穿针导向器进行髂骨穿针, 9 例采用徒手髂骨穿针。对 16 例患者手术治疗前后身高、侧凸 Cobb 角、后凸 Cobb 角及矫正率进行观察。结果:患者身高由治疗前(144.88 ± 6.32)cm 矫正至(154.56 ± 7.87)cm, 侧凸 Cobb 角由($108.84 \pm 17.93^{\circ}$)矫正至($42.12 \pm 7.29^{\circ}$), 后凸 Cobb 角由($64.18 \pm 16.39^{\circ}$)矫正至($33.81 \pm 6.06^{\circ}$)。I 期术前牵引后身高增加、侧凸及后凸 Cobb 角平均矫正率分别为(7.06 ± 5.65)cm、(41.50 ± 9.09)%、(30.52 ± 9.66)%; II 期牵引矫形内固定后身高增加、侧凸及后凸 Cobb 角平均矫正率分别为(2.63 ± 1.78)cm、(32.47 ± 10.80)%、(15.55 ± 9.47)%(矫正率参照的基准 Cobb 角是上一期治疗的 Cobb 角); 分期牵引联合手术治疗的身高增加、侧凸及后凸 Cobb 角平均矫正率分别为(9.69 ± 5.42)cm、(61.09 ± 5.03)%、(46.07 ± 8.60)%。各期治疗前后患者侧凸 Cobb 角、后凸 Cobb 角及矫正率差异均有统计学意义($P < 0.05$)。结论:采用头盆环牵引联合 II 期矫形治疗重度僵硬性脊柱侧弯, 能够明显矫正畸形, 改善外观, 且手术并发症少, 具有较强的临床可操作性。

【关键词】 头盆环牵引; 重度脊柱侧弯; 临床疗效

中图分类号: R687

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2020.02.003

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Halo-pelvic traction combined with stage II surgical correction for the treatment of severe and rigid scoliosis WANG Zeng-ping, XUE Wen, WANG Zhong-hua, QIAN Yao-wen, and LIU Lin. The Second Department of Orthopaedics, Gansu Provincial People's Hospital, Lanzhou 730000, Gansu, China

ABSTRACT Objective: To investigate the clinical effects of the Halo-pelvic traction combined with posterior instrumentation correction and internal fixation for the treatment of severe and rigid scoliosis. **Methods:** From January 2015 to 2019 May, 16 patients with severe and rigid scoliosis were treated by the Halo-pelvic traction combined with posterior instrumentation correction. There were 7 males and 9 females, aged 14 to 28 years with an average of 17.6 years, Cobb angle was 90° to 140° with an average of ($108.84 \pm 17.93^{\circ}$). Including congenital scoliosis in 10 cases (6 cases of dyssegmented scoliosis, 3 cases of dysplasia, 1 case of mixed scoliosis), idiopathic scoliosis in 4 cases and neurofibromatosis in 2 cases. All patients in group had scoliosis corrected by Halo-pelvic distraction combined with posterior instrumentation correction and internal fixation. Among them, 7 cases were treated with self-made guide device for iliac bone puncture, and the other cases with traditional bare hands. The height, scoliosis Cobb angle, kyphosis Cobb angle and correction rate of 16 patients before and after surgery were observed. **Results:** The body height was corrected from (144.88 ± 6.32) cm to (154.56 ± 7.87) cm; Cobb angle of scoliosis was corrected from ($108.84 \pm 17.93^{\circ}$) to ($42.12 \pm 7.29^{\circ}$), Cobb angle of kyphosis was corrected from ($64.18 \pm 16.39^{\circ}$) to ($33.81 \pm 6.06^{\circ}$). After the Halo pelvic traction, the body height increase, Cobb angle of scoliosis and kyphosis were changed with the mean of (7.06 ± 5.65)cm, (41.50 ± 9.09)%, (30.52 ± 9.66)%, respectively. After the stage II surgical correction, the body height increase, Cobb angle of scoliosis and kyphosis were changed with the mean of (2.63 ± 1.78) cm, (32.47 ± 10.80)%, (15.55 ± 9.47)%(The baseline Cobb angle referenced by the correction rate was the Cobb angle of the previous treatment). The body height increase and correction rate of Cobb angle of scoliosis and kyphosis with staged traction combined with surgery was (9.69 ± 5.42) cm, (61.09 ± 5.03)%, (46.07 ± 8.60)%. There was significant difference in body height increase, correction rate of Cobb angle of scoliosis

基金项目:甘肃省人民医院院内研发攻关项目(编号:17GSSY3-3)

Fund program: Gansu Provincial Hospital Research and Development Project (No. 17GSSY3-3)

通讯作者 刘林 E-mail: liulin3669@163.com

Corresponding author: LIU Lin E-mail: liulin3669@163.com

and kyphosis between before and after each period of treatment ($P<0.05$). **Conclusion:** Treatment of severe and rigid scoliosis with Halo-pelvic traction combined with stage II surgical correction can significantly correct deformities and improve appearance, and has fewer surgical complications and strong clinical operability.

KEYWORDS Halo pelvic traction; Severe and rigid scoliosis; Clinical effects

重度僵硬性脊柱侧弯畸形 (severe and rigid scoliosis, SRS) 是一种非常复杂的三维脊柱畸形, 畸形角度 $>80^\circ$, 甚至 $>100^\circ$, 柔韧度 $<30\%$, 甚至 $<10\%$, 同时伴有椎体旋转, 以及其他器官系统异常, 严重影响患者心肺功能、脊髓功能、外观和心理, 晚期常会加重, 脊髓功能受损严重时发生截瘫, 心肺功能受损者 45 岁后病死率显著增加^[1]。由于该疾病复杂的病理特点, SRS 的矫形被认为是脊柱矫形外科难以逾越的困难, 随着经后路全脊椎切除术 (posterior vertebral column resection, PVCR) 技术的出现^[2], 提高了 SRS 的矫正效果, 但对于重度僵硬性脊柱畸形行一次性手术矫形, 难度极高、风险极大、对术者技术要求高, 目前仅在极少数脊柱矫形中心开展。国内外学者为了提高矫形率、降低手术风险, 采用头盆环牵引 (Halo-pelvic traction, HPT) 全脊柱截骨内固定治疗 SRS, 使得脊柱矫形效果得到显著提高。我科 2015 年 1 月至 2019 年 5 月采用自制髂骨穿针导向器, I 期行头盆环牵引, II 期矫形融合手术, 提高了重度脊柱侧弯的矫形效果, 报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本组 16 例, 男 7 例, 女 9 例; 年龄 14~28 岁, 平均 17.6 岁; Cobb 角 $90^\circ\sim 140^\circ$ (108.84 ± 17.93) $^\circ$; 先天性脊柱侧凸 10 例 (分节不良 6 例, 形成障碍 3 例, 混合型 1 例), 特发性脊柱侧凸 4 例, 神经纤维瘤病 2 例。所有纳入患者行全脊柱正侧位、左右 Bending 位 X 线片, CT 平扫+三维、MRI, 心肺功能等检查。均采用 I 期头盆环牵引联合 II 期矫形手术治疗, 其中 7 例采用自制髂骨穿针导向器进行髂骨穿针, 9 例采用徒手髂骨穿针。

1.2 导向器的设计及原理

头颅骨盆环牵引术中髂骨穿针导向器, 是由“L”形固定架 1、空心套筒 2、空心套筒 3、立柱 4、滑套 5、固定螺丝 6 组成 (图 1)。其特征在于: 所述“L”形固定架 1 整体为四方体; 滑套 5 为空心四方体; 所述“L”形固定架 1 的上端固定空心套筒 2, 下端与滑套 5 套接; 滑套 5 与立柱 4 连接; 立柱 4 上固定空心套筒 3; 滑套 5 底部设有固定螺丝 6, 固定螺丝 6 设有扇形锁死把手。空心套筒 2 与空心套筒 3 处于同轴。空心套筒 2 和空心套筒 3 的外径均为 6 mm, 内径均为 2.5 mm、或均为 3.0 mm、或均为 3.5 mm、或均为 4.0 mm、或均为 4.5 mm。

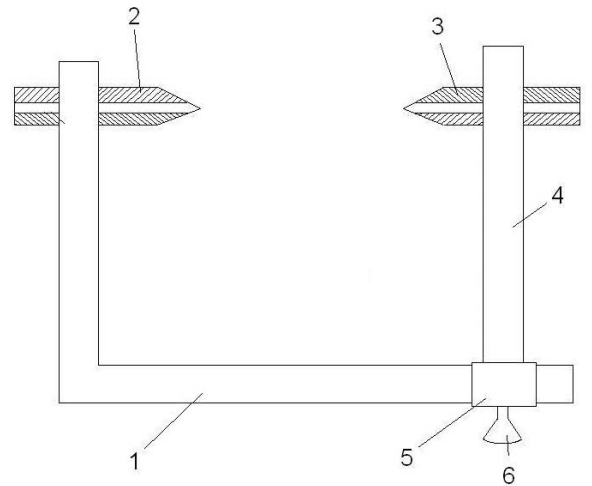


图 1 自制髂骨穿针导向器示意图

Fig.1 A schematic diagram of a self-made iliac needle guide

1.3 治疗方法

1.3.1 I 期头盆环牵引 全身麻醉成功后取仰卧位, 按标准 Halo 架安装步骤安装头环, 头环安装完成后, 标记双侧髂前上 3.5 cm 和髂后嵴上 2.5 cm 作为进针和出针点。取左侧卧位, 常规消毒穿刺部位, 铺无菌巾单、洞巾, 从髂前上棘上 3.5 cm 处向髂脊两侧绷紧固定皮肤防止滑动。

导向器组: 将导向器的空心套筒 1 的尖端安置于髂前上棘标记处, 将立柱 4 滑向空心套筒 1 端, 使得空心套筒 2 安置于髂后标记的出针点, 拧紧固定螺丝 6, 将直径与空心套筒内径匹配的骨针安装在电钻上, 从空心套筒 1 内置入, 从空心套筒 2 内穿出, 前后两侧穿出长度一致后取下导向器。

徒手组: 一手拿骨针尖端固定于标记的髂前进针点, 用小锤轻轻地骨针插入髂骨, 在 X 线透视下缓慢穿入, 并保证针头从髂后棘标记的部位穿出。之后将患者翻转, 并且针被放在手术床的厚海绵孔上, 然后使用相同的方法置入右侧髂骨针。两个髂骨针置入完成后, 将患者仰卧放在手术床的厚海绵上, 保持颈部和胸部垫高, 待患者下地后安装 4 个延长棒, 之后延长 1~3 mm/d, 每日延长后无疼痛、麻木等为止, 若出现皮肤麻木、疼痛等, 观察 6 h 仍无改善者回调, 等适应几天后再次延长。见图 2。

1.3.2 II 期矫形融合内固定 患者不卸载头盆环牵引架进入手术室后麻醉前拆除 4 个延长棒, 全麻后拔出髂骨骨针, 头颅环暂时不卸载, 术中继续重力牵引, 根据术前影像学设计融合范围, 棘突后正中切

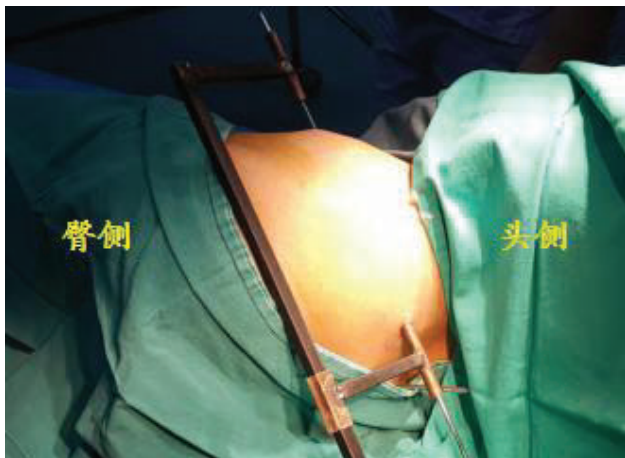


图 2 自制髂骨穿针导向器术中实物图

Fig.2 Physical pictures of self-made iliac bone needle guide

开皮肤、皮下组织及筋膜,骨膜下剥离充分显露融合范围内椎体的双侧椎板,按设计固定椎体置入椎弓根螺钉,透视见螺钉位置满意。对于先天性脊柱侧弯患者牵引结束时未达到预期矫形目标的行半椎体切除,安装连接棒,对于特发性脊柱侧弯或牵引结束时已经达到预期目的的患者直接安装连接棒,凹侧撑开、凸侧加压,去旋转再次矫正畸形。达到预期矫形效果后,拧紧螺帽,将拟融合范围内的部分椎板及关节突用骨刀打毛,将截下的骨质及棘突剪碎进行植骨融合。本手术全程在体感诱发电位(SEP)监测脊髓神经功能下进行,矫形棒置入完毕时行唤醒试验观察双下肢足趾运动。

1.4 观察项目与方法

观察并记录 I 期牵引和 II 期融合手术时患者的并发症及对应处理方法。测量牵引前、牵引结束时及融合术后 2 周时的身高、侧凸 Cobb 角、后凸 Cobb 角并计算矫正率。各期矫正率=[(术前度数-术后度数)/术前度数]×100%^[3]。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 19.0 统计软件进行统计分析。侧凸矫正率、后凸矫正率等计数资料用“%”表示,身高、身高增加、侧凸及后凸 Cobb 角等定量资料采用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,各指标牵引前后、融合后之间的比较采用 SNK-q 检验,即多个样本均数两两之间比较,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 并发症及处理措施

本组患者牵引时间 1~4.1 个月,平均 3.4 个月,牵引期间出现针道感染 4 例,经换药或局部清创、抗感染等治疗后好转,其中 2 例患者术后髂前针道处少许皮肤坏死,未予特殊处理,1 例髂骨穿针术后大

腿前外侧皮肤麻木,给予营养神经治疗,术后 2 个月复查时消失,1 例患者髂骨穿针时损伤局部小血管,加压包扎后止血,头环滑脱 1 例,再次行头环安装,牵引时出现胸壁麻木 2 例,回调观察麻木消失后继续牵引。II 期融合手术时,发生胸腔积液 3 例,经胸腔闭式引流、抗感染等治疗后好转;脑脊液漏 4 例,经预防感染、持续引流管引流、适量补液、抬高床尾,待手术切口愈合后拔出引流管后加压包扎后好转。

2.2 临床各项指标变化情况

各期相关指标的改变见表 1。分期牵引联合手术治疗的身高增加、侧凸及后凸 Cobb 角平均矫正率分别为 (9.69 ± 5.42) cm、 $(61.09\pm 5.03)\%$ 、 $(46.07\pm 8.60)\%$ 。身高在牵引后与融合后比较差异无统计学意义($P>0.05$);除此之外,身高增加,侧凸 Cobb 角,侧凸矫正率,后凸 Cobb 角,后凸矫正率方面,治疗前与牵引后、牵引后与融合后、治疗前与融合后比较差异均具有统计学意义($P<0.05$)。典型病例见图 3。

表 1 脊柱侧弯 16 例患者各期相关指标比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.1 Comparison of related index of 16 patients with severe and rigid scoliosis in all stages ($\bar{x}\pm s$)

| 项目 | 治疗前 | 牵引后 | 融合后 |
|--------------|--------------|-------------|-------------|
| 身高(cm) | 144.88±6.32 | 151.94±7.92 | 154.56±7.87 |
| 身高增加(cm) | 0 | 7.06±5.65 | 2.63±1.78 |
| 侧凸 Cobb 角(°) | 108.84±17.93 | 62.81±8.99 | 42.12±7.29 |
| 侧凸矫正率(%) | 0 | 41.50±9.09 | 32.47±10.80 |
| 后凸 Cobb 角(°) | 64.18±16.39 | 43.37±6.39 | 33.81±6.06 |
| 后凸矫正率(%) | 0 | 30.52±9.66 | 15.55±9.47 |

注:身高增加和侧后凸矫正率是在上一期治疗的基础上

Note: Height increase and kyphosis correction rate are based on the previous treatment

3 讨论

3.1 SRS 治疗概述

自 2002 年提出 PVCR^[2]技术以来,国内脊柱畸形矫正中心相继开展了 PVCR 手术,但对于重度僵硬性脊柱侧弯患者一次性矫形手术风险大,难度大,矫形效果有限。为此,2007 年国内首先报道应用头盆环牵引全脊柱截骨内固定术治疗 SRIS^[4],从此,在矫形融合手术前进行牵引逐渐成为这种畸形治疗的主要环节,最大限度地减轻畸形程度,降低融合手术风险。牵引方式主要有 Halo-头盆环牵引、Halo-股骨牵引、Halo-重力牵引(HGT)^[5]等,但 Halo 股骨牵引需绝对卧床、关节僵硬,Halo-重力牵引具有强度差、效率低、不适合僵硬性畸形不足,故头颅骨盆环牵引成为目前最常用的极重度僵硬性脊柱侧弯牵



图 3 患者,女,14岁,重度僵硬性脊柱侧后凸畸形 3a,3b,3c.牵引前正面、背面、侧面观:背部畸形明显,剃刀背畸形,身高 148 cm 3d,3e.牵引前全脊柱 X 线片正位及 CT 三维:脊柱明显侧后凸畸形,胸廓发育畸形 3f,3g,3h.头盆环牵引 4 个月后正面、背面、侧面观:脊柱及胸廓畸形明显改善,剃刀背基本消失,身高 168 cm 3i,3j.头盆环牵引 4 个月后全脊柱 X 线片正侧位:脊柱侧后凸畸形、胸廓畸形明显改善 3k,3l.融合术后 2 周正面、侧面观:脊柱及胸廓畸形明显改善,剃刀背基本消失,身高 169 cm 3m,3n.融合术后 2 周全脊柱 X 线片正侧位:脊柱侧后凸畸形明显改善,恢复胸椎正常后凸角度

Fig.3 A 14-year-old female patient with the severe and rigid scoliosis 3a,3b,3c. Front, back, and side views before traction, the patient's back was obviously deformed as razor back deformity, and height was 148 cm 3d,3e. AP X-ray of full spine and 3D-CT before traction, obviously kyphotic deformity and developmental deformity of the thorax 3f,3g,3h. Front, back, and side views after pelvic ring traction for 4 months, the patient's spine and thoracic deformities improved significantly, the razor back basically disappeared, and the height was 168 cm 3i,3j. AP and lateral X-rays of the full spine after pelvic ring traction for 4 months, scoliosis and thoracic deformity improved significantly 3k,3l. Front and side views at 2 weeks after fusion, the patient's spine and thorax deformity improved significantly, the razor back almost disappeared, and the height was 169 cm 3m,3n. AP and lateral X-rays of the full spine after spinal fusion, scoliosis deformity significantly improved, normal thoracic kyphosis angle restored

引技术。HPT 牵引不但适用于先天性脊柱侧弯,同样适用于特发性脊柱侧弯和神经肌肉型脊柱侧弯,部分学者报道在外伤后骨折畸形所致后凸畸形中也有一定效果,但本组病例发现,在特发性脊柱侧弯中牵引效果最理想。

既往研究报道,HPT 在 SRS 的矫形中取得了满意的效果,改善了 SRS 患者的心肺功能,减轻了畸形程度,降低了终期融合手术的风险、提高了矫形效果,但是在使用过程中仍存在一系列问题,其主要问题是髂骨穿针时面临的各种并发症,若使用不当可

能损伤主要神经或大血管,致患者瘫痪或死亡^[10]。为此我们团队设计了髂骨穿针导向器,本课题已研究证实,使用髂骨穿针导向器能够减少穿刺次数、提高穿刺的准确性、缩短穿刺手术时间、减轻软组织损伤、减少牵引期间皮肤坏死、针道感染等并发症。

3.2 HPT 治疗 SRS 的效果

自 HPT 在重度僵硬性脊柱畸形中的应用以来,陆续有学者也报道了其临床效果。Heng 等^[6]报道对重度脊柱侧弯内固定矫形术前行重力牵引矫正率达 41.7%,内固定矫形术后矫形率达 48.4%。刘盾等^[7]

报道采用 Halo 重力牵引治疗重度脊柱侧弯的侧后凸畸形率分别为 $(21.9 \pm 12.1)\%$ 和 $(20.2 \pm 14.1)\%$ 。笔者通过 Halo-头盆环牵引联合 II 期矫形治疗重度僵硬性脊柱侧弯患者 16 例,患者身高由治疗前 (144.88 ± 6.32) cm 矫正至 (154.56 ± 7.87) cm,侧凸 Cobb 角由 $(108.84 \pm 17.93)^\circ$ 矫正至 $(42.13 \pm 7.29)^\circ$,后凸 Cobb 角由 $(64.18 \pm 16.39)^\circ$ 矫正至 $(33.81 \pm 6.06)^\circ$,其中 I 期术前牵引后身高增加、侧凸及后凸 Cobb 角矫正率分别为 (7.06 ± 5.65) cm、 $(41.50 \pm 9.08)\%$ 、 $(30.52 \pm 9.66)\%$; II 期牵引矫形内固定后身高增加、侧凸及后凸 Cobb 角矫正率分别为 (2.63 ± 1.78) cm、 $(32.47 \pm 10.80)\%$ 、 $(15.55 \pm 9.47)\%$,经统计学检验,除身高在牵引后和融合后差异无统计学意义,其余均存在统计学意义,考虑本组部分患者行原位融合,融合前后角度无明显变化,亦有部分患者行融合手术时拆除牵引架,矫形存在回跳可能,总体身高增加及矫形率与文献^[6-7]报道一致。

虽然本组患者应用 HTP 取得了满意的矫形效果,但是 HPT 被认为简化手术操作、提高手术安全性和实现逐步矫正。然而,没有循证医学证据表明 HPT 对脊柱畸形曲度的益处,甚至没有确定 HPT 的持续时间和结束时间,文献报道从几周到几个月不等,大部分改善发生在第 1 周内,Letts 等^[8]建议 HGT 不能超过 3 周。本研究牵引时间 1~4.1 个月,平均 3.4 个月,发现主要的改善也在 3 周以内,结合本组病例和既往研究文献,笔者认为牵引结束的标准为:牵引后外观达到了预期目标;牵引过程中出现神经症状,或原有神经症状明显加重,通过暂时停止延长或回调后神经症状未见明显缓解;部分牵引前肺功能较差患者,牵引达到预期目标后,继续带牵引架生活,以适应心肺重塑。

对于轻中度脊柱侧弯,目前已有比较明确的根据脊柱侧弯的不同分型进行融合节段的选择,但是对于类似于本研究中所涉及的极重度僵硬性脊柱侧后凸畸形,由于脊柱存在严重的三维旋转畸形,根据初始 X 线片或 CT 三维选择融合节段相对较难,故本研究中病例都是根据牵引结束时脊柱全长 X 线片及 CT 三维评估畸形程度,并对其进行重新脊柱侧弯分型,根据分型选择融合节段。对于重度僵硬性脊柱侧后凸畸形,使用 HPT 牵引后能够减轻大多数患者畸形程度,一般不在需要 PVCR 截骨矫形即可达到预期效果,但对于牵引后矫形不明显患者可以采取 PVCR 截骨以达到理想的矫形效果,本组病例中仅有 4 例患者在 II 期矫形中做了 PVCR 截骨,术后

矫形效果满意,但其中 3 例患者术后出现脑脊液漏,经预防感染、持续引流管引流、适量补液、抬高床尾,待手术切口愈合后拔出引流管后加压包扎后好转。

总之,重度脊柱侧弯颅盆环牵引术中在进行髂骨穿针时使用此导向器,简便易行,安全有效;I 期 Halo-头盆环牵引联合 II 期矫形治疗重度僵硬性脊柱侧弯,能够提高极重度僵硬性脊柱侧弯患者的矫形率。当然本研究的病例数较少,进一步疗效观察尚需大宗病例的研究。

参考文献

- [1] 孙景海,贾全章,许建中,等.采用自主创新技术治疗重度僵硬性脊柱侧弯的临床研究[J].中国矫形外科杂志,2012,20(19):1758-1761.
SUN JH, JIA QZ, XU JZ, et al. Clinical research for correction of the severe and rigid idiopathic scoliosis with innovation technology[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2012, 20(19): 1758-1761. Chinese.
- [2] 宋西正,易国良,王文军,等.改良 Halo-骨盆架分期牵引治疗重度僵硬性脊柱侧凸的疗效分析[J].中国骨伤,2011,24(9):737-741.
SONG XZ, YI GL, WANG WJ, et al. Analysis of the clinical effects of the modified halo pelvic frame for the treatment of severe scoliosis with rigidity[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2011, 24(9): 737-741. Chinese with abstract in English.
- [3] 李占银,阿尖措,王德元,等.分期与 I 期矫正重度脊柱侧弯近期结果比较[J].中国矫形外科杂志,2019,27(9):784-788.
LI ZY, A JC, WANG DY, et al. Comparison of short-term outcomes of staged versus one-stage surgical correction for severe scoliosis[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2019, 27(9): 784-788. Chinese.
- [4] 阿力木·伊力亚斯.头-盆环牵引在重度僵硬性脊柱畸形矫形中的临床疗效分析[D].新疆医科大学,2017.
Alim. Ilyas. The Efficacy of Preoperative Halo-Pelvic Traction in Severe and Rigid Spine Deformity[D]. Xinjiang Medical University, 2017.
- [5] Pumberger M, Schmidt H, Putzier M. Spinal deformity surgery: a critical review of alignment and balance[J]. Asian Spine J, 2018, 12(4): 775-783.
- [6] Heng J, Tao L, Wei S, et al. Combined Halo gravity traction and dual growing rod technique for the treatment of early onset dystrophic scoliosis in neurofibromatosis type I [J]. World Neurosurgery, 2019, pii: S1878-8750(19)30412-7.
- [7] 刘盾,李洋,史本龙,等. Halo 重力牵引在 I 型神经纤维瘤病伴严重脊柱侧后凸畸形患者中的应用研究[J].中华外科杂志,2019,57(2):119-123.
LIU D, LI Y, SHI B L, et al. Efficiency of preoperative Halo-gravity traction in severe kyphoscoliosis secondary to neurofibromatosis type I [J]. Zhonghua Wai Ke Za Zhi, 2019, 57(2): 119-123. Chinese.
- [8] Letts RM, Palakar G, Bobechko WP. Preoperative skeletal traction in scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1975, 12(57): 616-619.

(收稿日期:2019-09-19 本文编辑:王宏)